



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las
comunidades Zompopera y El Bojazo, municipio de Santa María de
Pantasma, Jinotega.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Ellam Missael García Machado

Br. Chenier Rabzari Martínez Zeledón

Tutor

M.Sc.Ing. Mario F. Castellón Zelaya

Managua, Mayo 2017

Agradecimientos

Primero y como más importante, agradecemos a nuestro asesor M.Sc.Ing.Mario F. Castellón Zelaya por compartir sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación, las cuales fueron fundamentales para concluir este trabajo.

Gracias a la familia, amigos y compañeros de clases que de una u otra manera han sido claves en nuestro desarrollo profesional.

Dedicatoria

“El ayer es historia, el mañana es incierto; pero el hoy es un regalo por eso los llamamos presente”

Quiero dedicar este logro primeramente a Dios por la vida, sabiduría y fuerzas para llegar a esta meta.

A mis padre Eugenio García y Anabel Machado, por su apoyo incondicional, amor y esmero en formarme en todos los aspectos. A mis hermanos Jorge y Evenor por sus consejo e inspiración a luchar por tus metas.

A mis tíos Mercedes Sotelo y Rubén Baca, a mis primos Jaqueline, Josue y Julio, mi segunda familia.

A mis abuelos, primos y tíos por su apoyo.

A mis amigos de la universidad.

A mi amiga Whitney Bobadilla (Q.D.E.P.), lo logré mi estimada.

Ellam Missael García Machado

Dedicatoria

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, dedico mi trabajo primeramente a Dios.

A mi madre; mujer que simplemente me hace llenar de orgullo, te amo y no va haber manera de devolverte todo lo que me has ofrecido. Esto es un logro más que llevo a cabo, y sin lugar a dudas ha sido en gran parte gracias a ti; no sé dónde me encontraría de no ser por ti. Te doy mis sinceras gracias amada madre.

Dedico de manera especial a mi hermana Anayanci Martínez, ella es el principal cimiento para la construcción de mi vida, sentó en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ella tengo el espejo en el cual me quiero reflejar; sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarla cada día más.

Gracias Dios por concederme a la mejor de las hermanas.

A mi padre y a mis hermanos que son personas que me han ofrecido apoyo incondicional, consejos y la calidez de la familia a la cual amo.

Chenier Rabzari Martínez Zeledón

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento contiene la memoria técnica del proyecto “Diseño de abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y El Bojazo del municipio Santa María de Pantasma, departamento de Jinotega; las cuales están ubicadas sobre la vía que comunica las cabeceras municipales de Wíwili y Pantasma, en la zona noreste de esta última.

Este proyecto pretende mejorar las condiciones de vida a más de 400 habitantes de las comunidades; ya que actualmente no cuentan con el servicio de agua potable domiciliar.

El sistema propuesto consta de un pozo que abastece las demandas proyectadas de la población para 20 años a una tasa de crecimiento 3.14% anual. Además contempla la construcción de una red de abastecimiento de 6,349.08 mts de longitud, un tanque de almacenamiento de 24.83 m³ y todas las demás estructuras hidráulicas necesarias para que el proyecto tenga un adecuado funcionamiento durante toda su vida útil.

Para fortalecer el proyecto se desarrolló varios componentes tales como:

- Un análisis socio-económico, mediante un censo casa a casa para conocer la situación de la población en temas de economía, educación y demanda de agua actual.
- Levantamiento topográfico, el cual brindó información sobre el relieve del área del proyecto, que a su vez ayudó a ubicar las estructuras hidráulicas de la red de distribución, el tanque de almacenamiento en un punto cercano y alto a la red con una cota de 644.67 msnm, etc.
- Los estudios de las fuentes de abastecimiento se realizaron según los procedimientos del Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales (PIENSA), para posteriormente hacer los análisis de calidad en sus laboratorios.

- El diseño de las estructuras se basó en las normas emitidas por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA); norma de abastecimiento de agua en el medio rural (NTON-09001-99) y la norma de diseño de sistemas de abastecimiento de agua y potabilización del agua (NTON-09003-99).

Para garantizar el funcionamiento del sistema propuesto se realizó simulaciones con el software EPANET 2.0, cumpliendo así con la presión y velocidad mínima requerida en las normas antes mencionadas.

Finalmente se realizó la estimación del costo de la construcción de las obras propuestas para el proyecto, el cual asciende a C\$ 3, 778,298.55 (tres millones setecientos setenta y ocho mil doscientos noventa y ocho con 55/100 córdobas).

INDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	ANTECEDENTES	3
III.	JUSTIFICACIÓN	4
IV.	OBJETIVOS.....	5
	4.1 General.....	5
	4.2 Específicos	5
V.	MARCO TEÓRICO.....	6
	5.1 Consumo	7
	5.1.1 Tipos de consumo.....	7
	5.1.2 Variaciones del consumo e influencia sobre los diferentes sistemas.....	9
	5.1.3 Estimación de la población.....	10
	5.2 Fuentes de abastecimiento.....	11
	5.2.1 Fuentes subterráneas	12
	5.2.2 Calidad del agua	12
	5.2.4 Tratamiento y desinfección.....	13
	5.3 Captación.....	15
	5.4 Línea de conducción	16
	5.4.1 Aspectos a considerar.....	17
	5.5 Almacenamiento	17
	5.5.1 Capacidad.....	18
	5.5.2 Localización	18
	5.5.3 Clases y tipos de tanques	18
	5.6 Estación de bombeo.....	20
	5.7 Red de distribución.....	20
	5.7.1 Esquemas básicos	21
	5.7.2 Presión en la línea de conducción y red de distribución	22
	5.7.3 Velocidades permisibles en tuberías	23
	5.7.4 Línea de gradiente hidráulico	24
	5.7.5 Tipos y clases de tuberías.....	24

5.7.6 Dispositivos especiales	25
VI. DISEÑO METODOLÓGICO	27
6.1 Descripción general del sitio.....	27
6.2 Evaluación socio-económica	28
6.3 Levantamiento topográfico	29
6.3.1 Equipos y herramientas utilizadas	29
6.3.2 Método utilizado.....	30
6.4 Estudios de la fuente de abastecimiento.....	31
6.4.1 Aforo de la fuente de abastecimiento.....	32
6.4.2 Recolección de muestras de agua.....	32
6.4.3 Análisis de calidad de la fuente de abastecimiento	32
6.5 Estudios de suelos	33
6.6 Diseño de los elementos y componentes del sistema	33
6.6.1 Parámetros de diseño	33
6.6.2 Almacenamiento	35
6.6.3 Línea de conducción	36
6.7 Modelación en el programa EPANET.....	39
6.7.1 Idealización de la red	39
6.7.2 Caudales nodales	40
6.7.3 Modelación y diseño de la red en el programa EPANET	40
6.7.4 Selección del diámetro	40
6.7.5 Dimensionamiento de las cámaras rompe presión.....	41
6.8 Elaboración del presupuesto.....	42
6.8.1 Estimación de los costos de la obra propuesta	42
6.8.2 Costos directos	42
6.8.3 Costos indirectos.....	43
6.8.4 Procedimiento para la determinación de los costos	44
VII. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	45
7.1 Análisis socio-económico	45
7.1.2 Género.....	45
7.1.3 Economía.....	46
7.1.4 Educación	46
7.1.5 Demanda	46
7.1.6 Voluntad de la población	48

7.2	<i>Proyección de población</i>	48
7.2.1	Calculo de la tasa geométrica de crecimiento	48
7.2.2	Proyección de la población	50
7.3	<i>Estudios de la fuente de abastecimiento</i>	50
7.4	<i>Estudios de suelos</i>	52
7.5	<i>Variaciones del consumo</i>	52
7.5.1	Dotación y consumo promedio diario	52
7.5.2	Variaciones de consumo	53
7.6	<i>Tratamiento</i>	56
7.7	<i>Tanque de almacenamiento</i>	57
7.7.1	Capacidad del tanque de almacenamiento	57
7.7.2	Tipo de tanque de almacenamiento	58
7.8	<i>Diseño preliminar de pozo</i>	59
7.8.1	Diámetro de ademe	59
7.8.2	Profundidad del pozo	59
7.8.3	Nivel mínimo de bombeo	60
7.9	<i>Diseño de línea de conducción</i>	60
7.9.1	Determinación del diámetro técnico - económico	61
7.9.2	Selección del equipo de bombeo	69
7.10	<i>Modelación en EPANET</i>	70
7.10.1	Caudales nodales	70
7.10.2	Cero consumo en la red	72
7.10.3	Consumo máximos en la red	73
7.10.4	Accesorios	75
7.10.4	Cajas rompe presión	76
7.11	<i>Presupuesto</i>	76
7.11.1	Costo y Presupuesto de las obras propuestas	76
7.11.2	Costo por metro cúbico	78
VIII.	CONCLUSIONES	80
8.1	<i>Recomendaciones</i>	81
IX.	BIBLIOGRAFÍA	82
X.	ANEXOS	i

Índice de tablas, ecuaciones, gráficos e figuras

- **Figura**

FIGURA 1 LOCALIZACIÓN DEL SITIO	28
FIGURA 2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	30
FIGURA 3 POZOS EXISTENTES	51
FIGURA 4 ESQUEMA DE LA RED	71
FIGURA 5 LÍNEA DE GRADIENTE HIDRÁULICO.....	75

- **Tablas**

TABLA 1 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE HAZEN WILLIAMS.....	23
TABLA 2 POZOS EXISTENTE	31
TABLA 3 PERÍODOS DE DISEÑOS	33
TABLA 4 TASA DE CRECIMIENTO NACIONAL, DEPARTAMENTAL Y MUNICIPAL.....	49
TABLA 5 TASA DE CRECIMIENTO EN LAS COMUNIDADES.....	49
TABLA 6 CRECIMIENTO POBLACIONAL	50
TABLA 7 TABLA DE VARIACIONES DE CONSUMO.....	54
TABLA 8 PROYECCIONES DE CONSUMO	55
TABLA 9 ANÁLISIS DEL DIÁMETRO TÉCNICO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	62
TABLA 10 LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS	63
TABLA 11 COSTO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	66
TABLA 12 DATOS PARA EL CÁLCULO DE LA CARGA TOTAL DINÁMICA EN EL AÑO 2037.	67
TABLA 13 CÁLCULO DE LA CARGA TOTAL DINÁMICA EN EL AÑO 2037	67
TABLA 14 CÁLCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA EN EL AÑO 2036.....	68
TABLA 15 RESUMEN DEL COSTO ANUAL DE ENERGÍA AL VALOR PRESENTE	68
TABLA 16 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN	69
TABLA 17 CAUDALES NODALES.....	71
TABLA 18 PRESIONES EN LOS NUDOS, CASO "CERO CONSUMO".....	72
TABLA 19 PRESIONES EN LOS NUDOS (CON CAJAS ROMPE PRESIÓN), CASO "CERO CONSUMO"	73
TABLA 20 PRESIONES EN LOS NUDOS, CASO "CMH"	74
TABLA 21 VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS, CASO "CMH"	74
TABLA 22 UBICACIÓN DE ACCESORIOS	75
TABLA 23 RESUMEN DEL COSTO Y PRESUPUESTO	77
TABLA 24 TARIFA PROPUESTA.....	78

- **Ecuaciones**

ECUACIÓN 1 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN.....	34
ECUACIÓN 2 TASA DE CRECIMIENTO.....	34
ECUACIÓN 3 CONSUMO PROMEDIO DIARIO	34
ECUACIÓN 4 CONSUMO DE MÁXIMO DÍA	35
ECUACIÓN 5 CONSUMO DE MÁXIMA HORA	35
ECUACIÓN 6 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	35
ECUACIÓN 7 DIÁMETRO TÉCNICO - ECONÓMICO	36
ECUACIÓN 8 PÉRDIDAS POR FRICCIÓN POR HAZEN WILLIAM	37
ECUACIÓN 9 CELERIDAD DE LA ONDA DE PRESIÓN.....	37
ECUACIÓN 10 SOBREPRESIÓN EN LA TUBERÍA	38
ECUACIÓN 11 POTENCIA DE BOMBEO	38
ECUACIÓN 12 CAUDAL EN CADA NODO	40
ECUACIÓN 13 CAUDAL POR VIVIENDA	40
ECUACIÓN 14 CAUDAL POR INSTITUCIÓN	40
ECUACIÓN 15 CARGA DE AGUA SEGÚN BERNOULLI	41
ECUACIÓN 16 ALTURA TOTAL DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN	41
ECUACIÓN 17 CONSUMO INSTITUCIONAL	53
ECUACIÓN 18 VOLUMEN DE CLORO.....	56
ECUACIÓN 19 VOLUMEN DE HIPOCLORITO DE CALCIO	56
ECUACIÓN 20 VOLUMEN DE LA SOLUCIÓN.....	57
ECUACIÓN 21 GASTO POR GOTEÓ.....	57
ECUACIÓN 22 DIÁMETRO DE PERFORACIÓN	59
ECUACIÓN 23 NIVEL MÍNIMO DE BOMBEO	60
ECUACIÓN 24 ECUACIÓN DE VELOCIDAD DENTRO DE LA TUBERÍA	61
ECUACIÓN 25 PÉRDIDAS EN LA TUBERÍA DE SUCCIÓN	63
ECUACIÓN 25 COSTO ANUAL DE LA ENERGÍA	66
ECUACIÓN 27 COSTO ANUAL DE ENERGÍA VALOR PRESENTE	68

Gráficos

GRÁFICO 1 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN	45
GRÁFICO 2 ÍNDICE DE ALFABETIZACIÓN	46
GRÁFICO 3 DEMANDA DE AGUA POR CASA.....	47
GRÁFICO 4 OBTENCIÓN DE AGUA POR CASA	47
GRÁFICO 5 PUNTO DE OPERACIÓN DE BOMBA	70

- **Anexos**

ANEXOS 1 TABLA DE DOTACIONES EN ZONA RURAL DEL INAA	I
ANEXOS 2 PARÁMETROS FÍSICOS–QUÍMICOS	I
ANEXOS 3 PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS.....	II
ANEXOS 4 PARÁMETROS BIOLÓGICOS Y MICROBIOLÓGICOS.....	III
ANEXOS 5 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.....	IV
ANEXOS 6 APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DE CLORO.....	VII
<i>ANEXOS 7 ESTUDIOS DE SUELOS.....</i>	<i>VIII</i>
ANEXOS 8 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA TUBERÍA DE 1.0 PULG.....	XV
ANEXOS 9 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA TUBERÍA DE 1.5 PULG.....	XVI
ANEXOS 10 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA TUBERÍA DE 2.0 PULG.....	XVII
ANEXOS 11 ANÁLISIS ECONÓMICO PARA LA TUBERÍA DE 2.5 PULG.....	XVIII
ANEXOS 12 TARIFA DE ENERGÍA AUTORIZADA POR EL INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA (INE).....	XIX
ANEXOS 13 CURVA CARACTERÍSTICA DEL EQUIPO	XX
ANEXOS 14 ANÁLISIS POR EL PROGRAMA EPANET 2.0. CONSUMO DE MÁXIMA HORA..	XXI
ANEXOS 15 ANÁLISIS POR EL PROGRAMA EPANET2.0. SIN CONSUMO.....	XXI
ANEXOS 16 TAKE OFF DE PRESUPUESTO.....	XXII
ANEXOS 17 TABLAS DE ESTUDIO DE TARIFA	XXVI
ANEXOS 18 FORMATO DE ENCUESTA A REALIZAR.....	XXVIII
ANEXOS 19 DIÁMETRO DE ADEME PROPUESTOS POR INAA.....	XXXII

Lista de Acrónimos

CAPRE	Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.
CAPS	Comité de agua potable y saneamiento
CBR	<i>California bearing ratio</i> (Relación de soporte de California)
CIRA	Centro de investigación del recurso acuático
ENACAL	Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillado
INAA	Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillado
INE	Instituto nicaragüense de energía
INIDE	Instituto nacional de información de desarrollo
MINSA	Ministerio de salud
NTON	Norma técnico obligatorio nicaragüense
OMS	Organización mundial de la Salud
PIENSA	Programa de investigación, estudios nacionales y servicios ambientales
UNAN	Universidad nacional autónoma de Nicaragua
UNESCO	Organización de las naciones unidas para la educación, ciencia y cultura
UNI	Universidad Nacional de Ingeniería

I. INTRODUCCIÓN

El agua potable es uno de los servicios básicos e indispensables para el ser humano; casi siempre considerado el más importante, debido a que aproximadamente un 70% del cuerpo está constituido de este elemento.

En las tres últimas décadas, Nicaragua ha avanzado notablemente en el acceso de la población al suministro de agua potable, sobre todo en el sector urbano. Sin embargo, en el sector rural según estimaciones de la Gerencia de Planificación de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL), seis de cada diez nicaragüenses siguen proveyéndose del vital líquido a través de fuentes no potables, entre ellos pozos y manantiales cada vez más secos.

La red de abastecimiento de agua es un sistema de obras de ingeniería, que permite que llegue el agua desde el lugar de captación al punto de consumo en condiciones correctas.

Esta red debe reunir ciertos requisitos técnicos (presión, velocidad, entre otros.) para que garantice su funcionalidad ante diversas situaciones que ocurren en toda su vida útil; estos requisitos permiten que sea óptima para el abastecimiento de agua a los habitantes de cualquier asentamiento humano, ya sea una ciudadela, barrio, suburbio o alguna urbanización. Así eliminar problemas de salubridad, y permitir el desarrollo del sector de estudio.

Además de garantizar el aspecto técnico, esta red debe ser lo más económica posible para facilitar la compra de los equipos y materiales necesarios para su construcción y operación, incluyendo los materiales que se van a comprar para reparar los daños que pueda tener durante el tiempo de diseño o vida útil.

El trabajo propuesto está dirigido a solucionar los problemas de abastecimiento de agua en las comunidades Zompopera y El Bojazo del municipio de Pantasma, Jinotega; principalmente los problemas de desabastecimiento que ocurren durante la estación seca o período de verano.

En este trabajo se tomó la demanda de una población de diseño para 20 años, y se verificó si el caudal de la fuente de abastecimiento es suficiente para satisfacer las demandas de las comunidades.

También se calculó condiciones de flujo e hidráulicas de la red y línea de conducción utilizando el programa EPANET.

II. ANTECEDENTES

Históricamente las comunidades Zompopera y El Bojazo no han tenido el servicio de agua potable domiciliario, por tanto tenían que recurrir a realizar actividades como excavación de pozos artesanos. En el año 2004 se excavó un pozo localizado en la parte trasera del Comedor Infantil Comunitario, y con éste se abastecía unas 5 familias. Aparentemente el contenido de hierro del agua de este pozo no cumplía con los parámetros físicos químicos recomendados por la norma CAPRE, es por eso que se instaló un sistema de filtros para eliminar o reducir el contenido de hierro. Sin embargo, las familias beneficiarias no se disponían a darle mantenimiento al sistema de filtración.

En las comunidades existen 5 pozos excavados con maquinaria que abastecen a unas 53 familias, más un pozo excavado a mano. Los pozos son comunales y privado, respectivamente. En los pozos perforados el agua es extraída por medio de bombas de mecate y en uno el agua es extraída por medio de una bomba sumergible.

En el verano ambas comunidades se abastecen principalmente por medio de pozos, ya que los ríos y quebradas se secan, escaseando de esta forma la oferta de agua. Durante el invierno una gran mayoría de la población se abastece de “ojos de agua” que afloran en los paredones, otros hacen pequeñas excavaciones a orillas de las quebradas y zanjonadas. En ambas estaciones ningún agua tiene tratamiento lo que repercute en la salud y el bienestar de las comunidades.

III. JUSTIFICACIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que el 80% de todas las enfermedades infecciosas en el mundo están asociadas a la poca cantidad y malas condiciones del agua. Todos los días, las enfermedades diarreicas causan unas 6000 muertes, la mayoría de las cuales son de niños menores de 5 años.

En la actualidad la poca cantidad de agua que se capta, sumando la poca temporada de lluvias hace que la disponibilidad del agua sea cada vez menor en cantidad y calidad. Bajo este panorama Nicaragua enfrenta actualmente graves problemas de suministro y calidad de agua.

Debido a que las comunidades Zompopera y Bojazo se abastecen de pozos, ojos de agua, quebradas y paredones sin tratamiento ha causado que la población de estas comunidades esté expuesta a enfermedades diarreicas así como leptospirosis, cólera, entre otras. Según la Dirección General de Salud Ambiental y Epidemiología del Ministerio de Salud (MINSAL) entre los años 2001-2003 hubo 133 casos de Leptospirosis al nivel nacional, de los cuales 11 casos fueron en el municipio de Pantasma. Mientras la enfermedad del Cólera ha tenido un total de 3280 casos, ocasionando 57 muertes en el período de 1997-2001.

Este proyecto se origina de la necesidad que están viviendo los pobladores de estas dos comunidades (Zompopera y Bojazo) por falta de servicio de agua potable en forma continua, de buena calidad y cantidad suficiente. Todos estos problemas son elementos que se deben considerar y que justifican la necesidad de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable óptimo y confiable, que beneficie la población actual de las comunidades hasta el período de diseño.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Zompopera y El Bojazo, municipio de Santa María de Pantasma, Jinotega.

4.2 Específicos

- Realizar el estudio socio-económico para conocer la situación actual de la comunidad.
- Estudiar las posibles fuentes de abastecimiento, para realizar el análisis de calidad y cantidad del agua usando las Normas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001—99).
- Recomendar el tratamiento de acuerdo al análisis de calidad de agua y el nivel socio-económico de la población.
- Dimensionar las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento, para que se garantice un servicio con calidad.
- Realizar un análisis hidráulico de red utilizando el programa Epanet, para comprobar que el diseño sea técnicamente óptimo.
- Presentar el estimado de costos de las obras propuestas.

V. MARCO TEÓRICO

El servicio de geología de los Estados Unidos (*US-Geological Survey*) estima que 70.8% de la superficie terrestre está ocupada por agua, pero tan solo un 2.5% de toda el agua existente en el planeta es agua dulce, o sea, apta para consumo. De esta, la mayoría se encuentra inaccesible en glaciares, en los polos, etc.; así que tan solo disponemos para consumo del 0.5% que es agua subterránea o superficial.

Según la Organización de la Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO) en la Tierra habitan actualmente más de 7,000 millones de personas, de las cuales cerca del 20% viven en 50 países que carecen de este vital líquido. Siguiendo con el actual ritmo de consumo el problema de escasez de agua es capaz de generar conflictos armados e incidir en el futuro de la diversidad biológica de muchas zonas del planeta.

Nicaragua es un país bien dotado de recursos naturales, principalmente de recursos hídricos, los cuales no son aprovechados racionalmente. La optimización de los recursos disponibles ha alcanzado todos los niveles de la vida humana, pero en el caso del agua, dicha optimización adquiere gran importancia ya que la disponibilidad del líquido disminuye cada vez más y por lo tanto su obtención se dificulta y encarece de manera importante.

El crecimiento acelerado de la población en nuestro país ha sido uno de los factores que limitan la cobertura total de los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento. La capacidad financiera limitada de los organismos encargados de proveer estos servicios y la institucionalidad débil del sector, también son factores que restringen las posibilidades de mejorar el acceso y calidad de agua potable y saneamiento del país, en especial para las zonas no urbanas.

La entrega de servicios de abastecimiento de agua y saneamiento en las zonas urbanas de Nicaragua, compete principalmente a la Empresa Nicaraguense de Acueductos y alcantarillado (ENACAL) y en zonas rurales, a los comités de agua potable y saneamiento (CAPS), quienes están ligados a la municipalidad.

El agua potable debe ser disponible en calidad y cantidad suficiente para cubrir las necesidades básicas de los beneficiarios. Las obras deben ser diseñadas con el fin de garantizar un acceso seguro y constante del agua en todo momento.

5.1 Consumo

Es el agua utilizada por un grupo cualquiera radicado en un lugar. Este consumo estará en proporción al número de habitantes y al nivel de desarrollo de sus actividades comerciales e industriales.

Los factores que afectan el consumo de una población son:

- Temperatura
- Calidad del agua
- Características socioeconómicas
- Servicio de alcantarillado
- Presión en la red de distribución de agua
- Administración
- Medición y tarifa

5.1.1 Tipos de consumo

En el abastecimiento de una localidad, deben ser consideradas varias formas de consumo de agua, que se pueden discriminar así:

Consumo doméstico: Consumo familiar dentro del cual se contempla agua para descarga del excusado, aseo corporal, cocina, bebida, lavado de ropa, riego de jardines y patios, limpieza en general, lavado de automóviles, aire acondicionado, etc.

El uso varía con el nivel económico de los consumidores y este generalmente el consumo predominante del diseño.

El INAA establece en la “Norma de abastecimiento de agua en el medio rural (NTON-09001-99)” que la denominan “**Norma Rural del INAA**”, dotaciones de agua potable en dependencia del nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores culturales, uso del agua y la fuente.

Estas dotaciones pueden usarse perfectamente cuando no se poseen datos locales sobre las diversas áreas de consumo (Ver Anexos 1 pág. i).

Consumo comercial: suministro de agua a sectores como: tiendas, bares, restaurantes, estaciones de servicio, etc.

Consumo industrial: agua como materia prima, agua consumida en procesamiento industrial, agua necesaria para instalaciones sanitarias, comedores, etc.

La cantidad de agua requerida para propósitos industriales y comerciales se ha relacionado con factores como unidades producidas, número de personas empleadas o áreas del establecimiento. Tales factores deben ser obtenidos localmente o verificados mediante la comparación de consumos registrados.

Consumo público: Limpieza de vías públicas, riego de jardines públicos, fuentes y bebederos, limpieza de la red de alcantarillados sanitarios y de galería de aguas pluviales, edificios públicos, piscinas públicas y recreo, combate contra incendios. Por los cuales el abastecedor municipal en general no recibe pago.

Pérdidas y desperdicios: Agua que no es asignada a un usuario en específico. Esta agua es atribuida a errores en las lecturas de los medidores, conexiones sin autorización y fugas en los sistemas de distribución.

Las pérdidas y los desperdicios pueden reducirse significativamente mediante el mantenimiento cuidadoso del sistema y un programa regular de calibración y reemplazo de medidores.

5.1.2 Variaciones del consumo e influencia sobre los diferentes sistemas

En general la finalidad del sistema de agua potable es la de suministrar agua a una comunidad de forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales y económicas propiciando su desarrollo. Es necesario que cada una de las partes que constituye el acueducto este satisfactoriamente diseñada y funcionalmente adoptada al conjunto.

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores ya están dados bajo las normas técnicas rurales del país y son las siguientes.

- Consumo de máximo día (CMD)
- Consumo de máxima hora (CMH)

5.1.2.1 Consumo promedio diario

Es el caudal que consume a diario una población; generalmente se obtiene del promedio de consumos de un año. Por tal razón, cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes. La cantidad total de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario, cuyo valor no deberá ser mayor del 20%. (*Ecuación 3* pág. 34).

5.1.2.2 Consumo máximo diario

Representa el día de mayor consumo en el año. Este caudal es el que debe aportar como mínimo la fuente de abastecimiento y es el que debe de llevar la línea de conducción y con el que se calcula la capacidad de la planta potabilizadora (Ecuación 4 *Consumo de máximo día* pág. 34).

5.1.2.3 Consumo máximo horario

Es el caudal que satisface la demanda de la hora de mayor consumo. Se utiliza en el diseño de la red de distribución del sistema. Para efectos de cálculos se determina incrementando el caudal promedio por el factor de máxima hora. (Ecuación 5 *Consumo de máxima hora* pág. 35).

5.1.3 Estimación de la población

Uno de los factores más importantes y monumentales en un proyecto de abastecimiento de agua viene a ser el número de personas beneficiadas con éste, es decir la población, la cual se determina estadísticamente proyectada hacia el futuro (población futura) así como también la clasificación de su nivel socioeconómico dividido en tres tipos: popular, media y residencial. Igualmente se debe distinguir si son zonas comerciales o industriales, sobre todo, al final del periodo económico de la obra.

La población actual se determina en base a los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), tomando en cuenta los últimos tres censos disponibles para el proyecto hasta el año de realización de los estudios y proyectos. En el cálculo de la población de proyecto o futura intervienen diversos factores como son:

- Crecimiento histórico
- Variación de las tasas de crecimiento
- Características migratorias

5.1.3.1 Método geométrico o exponencial

Un crecimiento de la población en forma geométrica o exponencial, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo, pero en número absoluto, las personas aumentan en forma creciente (Ecuación 1 *Proyección de Población* pág. 34)

5.2 Fuentes de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema de abastecimiento, por tanto debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

Las fuentes de abastecimiento pueden ser:

- Subterráneas (manantiales, pozos, nacientes)
- Superficiales (lagos, ríos, canales, etc.)
- Pluviales (aguas de lluvia).

El tipo de fuente de abastecimiento influye directamente en las alternativas tecnológicas viables.

El rendimiento de la fuente de abastecimiento puede condicionar el nivel de servicio a brindar. La operación y el mantenimiento de la alternativa seleccionada deben estar de acuerdo a la capacidad de gestión de los beneficiarios del proyecto, a costos compatibles con su perfil socio económico.

5.2.1 Fuentes subterráneas

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares.

Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

5.2.2 Calidad del agua

El término “calidad del agua” es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por diversos procesos naturales y actividades humanas. Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual es destinada.

Para determinar la calidad del agua se toman muestras de cantidades pequeñas de agua en un medio que a posterior se puede analizar en un laboratorio. Los laboratorios analizan estas muestras según varios factores, y determinan si están dentro de los estándares de la calidad del agua.

La OMS establece unas directrices para la calidad del agua potable que son el punto de referencia nacional e internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable.

Para determinar la calidad del agua y para efectos de este estudio se considerarán las normas con base al documento de “Normas de calidad del agua para el consumo Humano” (Normas CAPRE, 1994), que son emitidas por el comité coordinador regional del Instituto de Agua y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana, siendo estas aceptadas por el MINSA Y ENACAL en nuestro país.

El objetivo de estas normas es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que pueden presentar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones:

- a) La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliformes totales, coliformes fecales, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) El análisis de las fuentes de agua tales como: manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas vigentes de calidad del agua aprobadas por el INAA y el MINSA.

Ver “Anexos 2, Anexos 3 y Anexos 4” donde las tablas muestran las concentraciones máximas permisibles de los principales parámetros indicadores de la calidad del agua.

5.2.4 Tratamiento y desinfección

El suministro de agua potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean estas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

Aunque no se requiera de la construcción de una planta de purificación de aguas convencionales, el tratamiento mínimo que se le debe dar al agua es la desinfección con el fin de entregarla libre de organismos patógenos que son los causantes de enfermedades en el organismo humano. También se debe prever una protección adicional contra la contaminación en una red de distribución.

Estos procesos unitarios se clasifican en pre tratamiento, tratamiento y post tratamiento, los que se describen a continuación.

5.2.4.1 Pre tratamiento

Cuando la turbiedad tiene un valor promedio de más de 50 UNT en períodos que sobrepasan algunas semanas, o más de 100 UNT en períodos que sobrepasan algunos días. Los pre tratamientos más simples que pueden emplearse son la captación indirecta y la pre filtración en lechos granulares; estos pueden combinarse.

5.2.4.2 Desinfección o post tratamiento

El agua se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

El cloro es uno de los desinfectantes más extendido y usado a nivel mundial, debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Se presenta puro en forma líquida o compuesta como el hipoclorito de calcio, el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio (lejía) de configuración líquida. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

La dosis empleada se determina por ensayos, y debe cubrir la demanda de cloro y a un residual para evitar posteriores reinfecciones del agua en los circuitos.

En Nicaragua, en el caso de acueductos rurales, se utiliza el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de almacenamiento, manejo y aplicación. Se deberá tener el debido cuidado para el transporte, manejo del equipo requerido, disponibilidad suficiente y seguridad en cuanto al almacenamiento. El tiempo de almacenamiento para el hipoclorito de sodio no debe ser mayor de un mes y para el calcio no mayor de tres meses.

Dos de las presentaciones del hipoclorito de calcio son: el hipoclorito de calcio al 65% e hipoclorito de calcio al 70%. Ambos, se utilizan para fines de esterilización, por su alto contenido de cloro libre capaz de oxidar materia orgánica, así como microorganismos patógenos relacionados con enfermedades que se producen en los abastecimientos de agua. Este producto es utilizado para fines de consumo humano, ya que no contiene productos tóxicos. Otra de las ventajas con respecto a otros desinfectantes es que no deja productos insolubles indeseables.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante o bien con una bomba dosificadora. Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que se va a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

5.3 Captación

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión.

5.4 Línea de conducción

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio, el agua puede llegar hasta los usuarios.

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua, desde la fuente de abastecimiento (captación) hasta la planta de tratamiento y en el caso de no existir esta, hacia los depósitos o tanques de almacenamiento, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución.

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo día; se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

Cuando la topografía del terreno así lo exija, se deberán instalar válvulas de aire y vacío en las cimas y válvulas de limpieza en los cumpios.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos regímenes de conducción: régimen libre que se utiliza mediante canales o túneles y el régimen forzado que es la línea de conducción por gravedad o por bombeo. Estas dos últimas, son las más utilizadas para transportar el agua a los tanques de almacenamiento. Aunque es preferible utilizar la conducción por gravedad, ya que su costo de operación es mucho más económico.

5.4.1 Aspectos a considerar

Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes, tomados de la normas de INAA:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día, al final del período de diseño. El cual resulta de aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario.
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 mts por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea cajas rompe presión donde sea necesario.

5.5 Almacenamiento

Es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para el suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua a la comunidad, pues se debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua potable, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Además equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche, cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

5.5.1 Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20% del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (Ecuación 6 pág.35)

5.5.2 Localización

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser:

- De alimentación: cuando se encuentre entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución.
- De excedencia: cuando se ubica dentro o fuera de la red

Los tanques no solamente son una opción sino una herramienta básica para mantener un sistema de agua en funcionamiento constante con eficiencia y calidad.

5.5.3 Clases y tipos de tanques

La clase y el tipo de tanque estarán de acuerdo a los materiales locales, permeabilidad y presiones de servicios.

5.5.3.1 Clases de tanques

De acuerdo a los materiales de construcción se clasifican en:

- a) Mampostería
- b) Hormigón armado
- c) Acero
- d) Plástico

Para un tanque de concreto ciclópeo o hormigón armado se recomienda una altura máxima de 3.0 mts.

5.5.3.2 Tipos de tanques

Los tipos de tanques que se han recomendado construir en el país son:

- a) Tanque sobre el suelo
- b) Tanques elevados
- c) Tipo cisterna

La construcción de tanque sobre el suelo, resulta ser más económico para las poblaciones rurales. Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes: Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe considerarse lo siguiente:

- a) Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
- b) Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
- c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.

- d) Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- e) Se debe de considerar los demás accesorios como: escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
- f) Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 3.0 mts, con un borde libre de 0.5 mts y deberán estar cubiertos con una losa de concreto.

5.6 Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido cuando por las condiciones topográficas del terreno y la localización no es posible utilizar la fuerza de gravedad para distribuir el agua a una población.

Para este fin la estación está compuesta por un conjunto de equipos y estructuras necesarias para el buen funcionamiento de la unidad de bombeo, entre las principales tenemos: equipo de bombeo, motores, fundaciones, caseta, válvula, accesorios, alimentación de energía, instalaciones para almacenamiento de combustible si lo requiere.

5.7 Red de distribución

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente, hasta el hogar de los usuarios.

La red de distribución está formada por tubería principal, llamada también circuitos tróncas o maestras y por tuberías secundarias o de relleno.

Las condiciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a las diferentes partes del área establecida.

Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños dentro de las arterias principales entrelazándolas entre sí, transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extinción de incendios.

El trazado de la red, debe obedecer a la disposición física de la población y por tanto no existe una forma predefinida. Hidráulicamente, se pueden establecer redes abiertas, redes cerradas o mixtas, dependiendo de las condiciones anteriores.

La red de distribución tiene las funciones de suministrar agua a los diferentes consumidores en cantidad suficiente y entregar agua sanitariamente segura.

En los sistemas rurales de agua potable, es muy frecuente utilizar redes abiertas, esto es debido a que las viviendas se encuentran dispersas y no en bloque como ocurre en el área urbana.

5.7.1 Esquemas básicos

Los esquemas básicos o configuraciones se refieren a la forma en la que se enlazan o trazan las tuberías de la red de distribución para abastecer de agua a la toma domiciliaria. Se tienen tres posibles configuraciones de la red:

a) cerrada

b) abierta

c) combinada.

Red abierta: Se compone de tuberías que se ramifican sin formar circuitos (forma de árbol). Esta configuración de la red se utiliza cuando la planimetría y la topografía son irregulares dificultando la formación de circuitos o cuando el poblado es pequeño o muy disperso.

Este tipo de red tiene desventajas debido a que en los extremos muertos pueden formarse crecimientos bacterianos y sedimentación; además, en caso de reparaciones se interrumpe el servicio más allá del punto de reparación; y en caso de ampliaciones, la presión en los extremos es baja.

Cabe destacar que la configuración de la red se refiere a la red primaria que es la que rige el funcionamiento de la red.

Pueden darse casos de redes abiertas con Tuberías secundarias formando circuitos, sin embargo, la red se considera abierta.

5.7.2 Presión en la línea de conducción y red de distribución

La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y de distribución debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería a utilizar, aunque hay que tomar en cuenta la calidad de los accesorios y las válvulas, para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio. Las presiones van a depender de las diferentes alturas que tenga el terreno.

La presión estática se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que alimenta está en reposo.

La presión dinámica se produce cuando hay flujo de agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería.

La cota piezométrica es la suma de la cota topográfica más la altura de la presión. Si, se colocara un manómetro, éste solo capta la altura de presión, no la cota piezométrica.

5.7.2.1 Cálculo de las presiones

En general debe buscarse que la cota piezométrica sea paralela a la superficie del terreno; y la presión será igual a la diferencia de las cotas piezométricas y del terreno.

5.7.2.2 Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento, se recomienda que estas se cumplan dentro de un rango permisible, según las normas emitidas por INAA, en los valores siguientes.

- Presión mínima 5.0 mts
- Presión máxima 50.0 mts

Tabla 1 Coeficientes de rugosidad de Hazen Williams

Material del conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (Ho.Go)	100
Tubo de Concreto	130
Tubo de Asbesto Cemento	140
Tubo de Hierro Fundido (Ho.Fo)	130
Tubo plástico PVC	150

Fuente: Norma Rural del INAA. Elaboración propia

5.7.3 Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles según las normas emitidas por INAA son:

- Velocidad mínima 0.4 m/s
- Velocidad máxima 2.0 m/s

5.7.4 Línea de gradiente hidráulico

La línea de gradiente hidráulico (L.G.H) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulico para un caudal que descarga libremente en la atmósfera, pueda resultar que la presión residual en el punto de descarga se vuelva positiva o negativa. La presión residual positiva, indica que hay energía gravitacional suficiente para mover el flujo.

La presión residual negativa indica que no hay suficiente energía gravitacional para mover la cantidad de agua deseada; motivo suficiente para que el agua no fluya. Se puede volver a trazar la L.G.H. usando un menor caudal y/o un diámetro mayor de tubería con la finalidad de tener en toda la longitud de la tubería una carga operativa de agua positiva

La línea de gradiente hidráulico estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos, se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.

5.7.5 Tipos y clases de tuberías

Toda tubería cuenta con tres características fundamentales, las cuales son: el diámetro, la clase y el tipo de tubería. Con respecto al diámetro, se debe mencionar que comercialmente a cada tubería se le asigna un diámetro nominal que no es el mismo diámetro interno del conducto. La clase de tubería, se refiere a la norma que se usó para su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo y la razón entre el diámetro externo y el espesor de la pared de la tubería. Y por último el tipo de tubería, se refiere al material de que está fabricada. Los materiales más comunes usados para las tuberías de acueductos son el cloruro de polivinilo (P.V.C) y el hierro galvanizado (H.G.).

5.7.6 Dispositivos especiales

Son estructuras complementarias, importantes para el buen funcionamiento de la línea de conducción y red de distribución, tales como: pilas rompe presión, válvulas de aire en los puntos altos y válvulas de limpieza en los puntos bajos.

5.7.6.1 Caja o pila Rompe-presión

Cuando en un tramo de tubería se tiene un fuerte desnivel, puede ser necesario seccionarlo, con el fin de que cada fracción trabaje con una carga acorde con la presión de trabajo de la tubería que se emplee.

En una línea de conducción, la tubería de PVC, solo soporta cierta presión y puede darse que la presión estática exceda la presión de trabajo de las tuberías, por lo tanto las pendientes de las tuberías no deben sobrepasar esa presión. Para evitar ese problema y que la tubería se rompa, se debe colocar una o varias cajas rompe-presión.

5.7.6.2 Cajas para válvulas

Estructuras complementarias que sirven para proteger cualquier válvula que sea necesario instalar en el sistema; tales como: válvulas de compuerta, válvulas de paso, válvulas de aire (ventosas), válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos, válvulas reguladoras de presión, etc.

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de corte y control de flujo, acumulación de aire por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

5.7.6.3 Válvula de aire

Las líneas de conducción por gravedad tienen la tendencia de acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería.

La acumulación de aire en los puntos altos provoca:

- Reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento en las pérdidas y una disminución del gasto.
- Produce golpes repentinos en la tubería, a fin de prevenir estos fenómenos deben utilizarse válvulas automáticas, que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y la circulación del gasto deseado.

5.7.6.4 Válvula de limpieza

En las líneas de conducción con topografía accidentada existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos por lo que conviene colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

5.7.6.5 Válvula reguladora de presión

La válvula reguladora de presión, produce en su interior una pérdida constante cualquiera que sea la presión de entrada. Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 Descripción general del sitio

El municipio de Santa María de Pantasma, está ubicado geográficamente entre las coordenadas 13°21´latitud norte y 85°56´longitud oeste, con una extensión territorial de 563 km² y con los siguientes límites:

Norte: municipios de Wiwilí y Quilalí

Sur: municipio de Jinotega

Este: municipios de Cuá y Bocay

Oeste: municipios de San Rafael del Norte y San Sebastián de Yalí.

El valle de Pantasma se extiende a ambos lados de la corriente del río del mismo nombre. La población del valle de Pantasma y sus alrededores se ha incrementado recientemente de forma masiva a partir del año 1950, a raíz de la construcción del embalse de la presa hidroeléctrica Apanás, la que produjo un movimiento fuerte hacia el municipio de Santa María de Pantasma. Su actividad económica se centra en la producción de granos básicos como maíz y frijoles, así como la actividad ganadera y cafetalera.

La comunidad Zompopera, se encuentra ubicada al Noreste de la cabecera municipal de Pantasma a unos 16.6 kms y la comunidad el Bojazo se encuentra a unos 19.8 kms de la misma ciudad, en el municipio de Santa María de Pantasma. El acceso a la comunidad es por medio de una carretera de todo tiempo que une las cabeceras municipales de Santa María de Pantasma y Wiwilí.

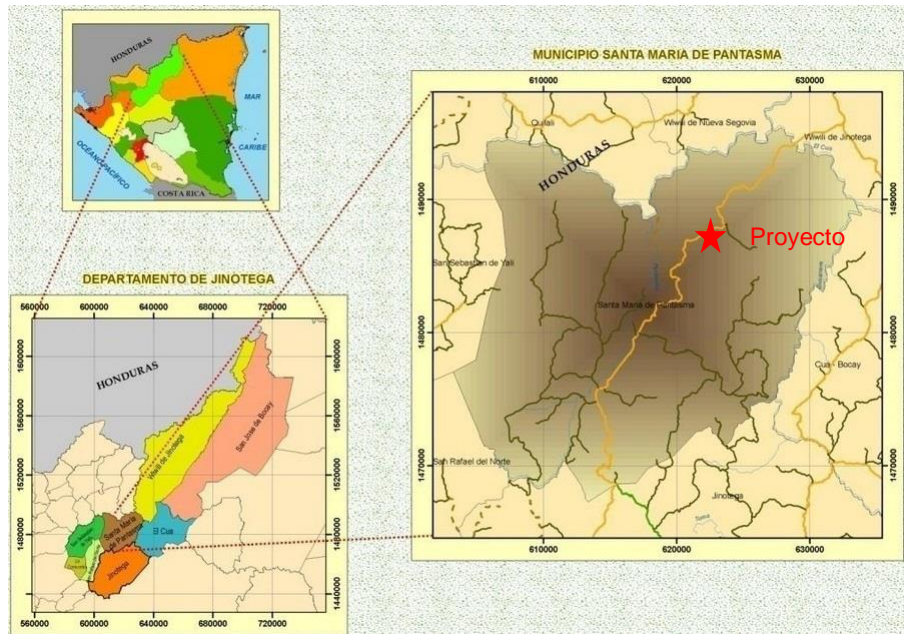


Figura 1 Localización del Sitio

Fuente: Elaboración Propia

La geomorfología del terreno en el área de interés es irregular, con pendientes moderadas, las pendientes más pronunciadas se observan por la parte Oeste y Este. Esto último se logra observar también fuera de los límites de la comunidad también por la parte Norte. La elevación topográfica en el área varía de 500 msnm (parte baja salida hacia Wiwili), y al otro extremo de la comunidad (550 msnm), rumbo hacia el Oeste y Este se incrementa la elevación a 812 msnm (Cerro Zompopera) hacia el Este se tiene 626 msnm (Cerro El Chamarro).

6.2 Evaluación socio-económica

Uno de los criterios para lograr la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable, es que la opción y el nivel de servicio estén acordes a las condiciones físicas, económicas, sociales y culturales de la región a ser atendida; por tanto se debe obtener la mayor información de la población, de tal forma seleccionar el tipo de sistema más conveniente para la comunidad.

Se realizó un censo (ver Anexos 18 Formato de Encuesta a Realizar pág. xxviii) poblacional a las comunidades con el objetivo de conocer y valorar la situación que enfrentan los pobladores, en temáticas relacionadas a: salud, educación, género, economía, saneamiento, demanda de agua, entre otras.

Este censo se realizó en forma de encuestas el día 18 de julio del 2016, con las cuales se hizo un procesamiento de los datos recopilados en el programa Microsoft Excel, ya que ofrece una mejor evaluación mediante gráficos.

6.3 Levantamiento topográfico

Se realizó un estudio de altimetría y planimetría mediante un levantamiento topográfico, con el objetivo de determinar la configuración del terreno y la posición sobre la superficie de la tierra de elementos naturales e instalaciones construidas por la población. Se tomaron los datos necesarios para la representación gráfica (planos) del área de estudio.

El levantamiento topográfico se realizó durante las fechas 19 al 27 de diciembre del 2015.

6.3.1 Equipos y herramientas utilizadas

- Estación Total TOPCON GTS239: Con precisión angular de 5", alcance de 2,000m y memoria interna de 8000 puntos.

- Cinta métrica marca truper, milimetrada de 8 mts de longitud

- Cinta métrica marca Staley, milimetrada de 50mts de longitud.

- GPS marca Garmin Rhino 320HCx.

- Prismas y porta primas

- Brújula.

-Libreta de Campo.

-Chalecos de seguridad.

-Materiales complementarios: Estacas de madera, machete, clavos, mazo, pintura, brocha, aerosoles.

6.3.2 Método utilizado

La metodología del trabajo establecido a nivel de campo fue a como se describe a continuación:

- a. Obtener las coordenadas UTM de salida de un GPS, en este caso las coordenadas fueron proporcionadas por la por la alcaldía para ubicar los BM.
- b. Para la ejecución del levantamiento topográfico se consideró una brigada compuesta de un topógrafo y tres oficiales de topografía.
- c. El levantamiento topográfico se realizó utilizando el método convencional de poligonal, trazo, nivelación y secciones, con equipos de precisión.



Figura 2 Levantamiento Topográfico

Fuente: Elaboración Propia

Después de obtener el levantamiento topográfico, se hizo el procesamiento de la información mediante el programa CIVIL 3D, para así obtener la representación gráfica del terreno y los datos que se necesitarán para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

6.4 Estudios de la fuente de abastecimiento

Para la determinación de la fuente de abastecimiento más viable, se tomó como base un estudio de la Alcaldía de Santa María de Pantasma, realizado por los ingenieros Dimas Blandón y Hermógenes Fuentes.

Se determinó que en las comunidades y sus alrededores hoy en día no hay fuente de agua superficial que se pueda captar y conducirla por gravedad hacia las viviendas, tampoco existen quebradas de régimen permanente que puedan utilizar para impulsar el agua hacia partes altas y luego por gravedad abastecer a la población.

Considerando lo antes expuesto, la única alternativa para poder solucionar el problema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Zompopera, es la búsqueda de agua subterránea mediante la perforación de pozos. Por tanto se realizaron estudios y aforos en noviembre del 2014 a los pozos existentes:

Tabla 2 Pozos existente

Descripción	Propiedad	Coordenadas		pH	T°C
		N	E		
P. perforado	Pedro Herrera	1488085	623094	6.5	25
P. perforado	Francisco Zeledón	1487666	622148	7.4	25
P. excavado	Francisco Pineda	1487661	622046	6.5	25
P. perforado	Máximo Castro	1488109	623511	7.2	25
P. perforado	Centro Comunitario	1488127	623485	6.5	25
P. perforado	Carlos Rocha	1489123	623147	6.5	25

Fuente: Estudio Hidrogeológico (Blandón & Fuentes, 2014). Elaboración propia

Después de analizar los datos de este informe se seleccionó la fuente de abastecimiento más viable.

6.4.1 Aforo de la fuente de abastecimiento

Para la medición del gasto o caudal de producción de la fuente de abastecimiento, se hizo aforos en los pozos existentes, y así se obtuvo información para el diseño de la estación y selección de los equipos de bombeo.

Además los aforos corresponderán al final del periodo seco de la zona y se tomó como base para el diseño final; esto según las normas rural del INAA.

6.4.2 Recolección de muestras de agua

Análisis físico – químico: Las muestras para los análisis físico – químicos fueron captadas, preservadas, transportadas y analizadas siguiendo los Procedimientos recomendados por el Laboratorio del PIENSA.

Análisis microbiológicos: Las muestras para análisis de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli y Streptococos, fueron tomadas en recipientes de plástico, de 1 litro y de material no tóxico (polipropileno), cubiertos con papel de aluminio. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en un termo con hielo, siguiendo los procedimientos recomendados del Laboratorio de Microbiología del PIENSA.

6.4.3 Análisis de calidad de la fuente de abastecimiento

Los análisis físicos-químicos de la posible fuente de abastecimiento fueron realizados en un laboratorio autorizado, para garantizar que el agua suministrada a la población cumpla con los requerimientos necesarios para consumo según las normas CAPRE (Ver Tablas de Calidad de Agua de Norma Rural del INAA en Anexos 2, Anexos 3 y

Anexos 4 en las páginas i-iii).

6.5 Estudios de suelos

Para determinar las características del sitio donde se van a cimentar las principales obras se realizaron sondeos por medio de calicatas de 1.5 mts de profundidad en los siguientes sitios:

- Tanque de almacenamiento propuesto
- Obra de captación (pozo propuesto)

Después se tomaron muestras y se realizaron las siguientes pruebas: granulometrías, límites de Attenberg y CBR.

6.6 Diseño de los elementos y componentes del sistema

6.6.1 Parámetros de diseño

6.6.1.1 Período de diseño

A continuación se indican los períodos de diseños económicos de los elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 3 Períodos de Diseños

Tipos de Componentes	Período de diseño
Pozos perforados	15 años
Líneas de Conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Norma Rural del INAA. Elaboración propia.

Considerando que el sistema está compuesto por los siguientes elementos: obra de captación de fuente subterránea, línea de conducción, tanque de almacenamiento, y red de distribución.

Se establece como período de diseño 20 años que es el mayor de los períodos de diseño de los elementos antes descritos.

6.6.1.2 Proyección de población

Cálculo de la proyección poblacional por el método geométrico, (método recomendado por INAA). Para hacer uso de este método se investigó datos de la población de estas comunidades en el INIDE.

$$N_t = N_o (1 + r)^t$$

Ecuación 1 Proyección de Población

Donde:

N_o y N_t = Población al inicio y al final del período.

t = Tiempo en años, entre N_o y N_t .

r = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación geométrica sería la siguiente:

$$r = \left(\frac{N_o}{N_t} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Ecuación 2 Tasa de crecimiento

El INAA restringe el valor de la tasa de crecimiento de la siguiente manera menor que el 4% y mayor que el 2.5% ($2.5 \leq r \leq 4$).

6.6.1.3 Variaciones de consumo

$$CPD = \frac{Dotación * Población}{86400} (lps)$$

Ecuación 3 Consumo promedio diario

(Ver Anexos 2 Tabla de Dotaciones en zona Rural del INAA pág. ii)

La demanda de máximos consumo se expresa en forma de porcentaje, el INAA establece en sus normas que:

- Para el consumo de máximo día el factor será 130% para Managua y para el resto del país un valor entre 130% y 150%, en este caso se utilizó 150% tomando como referencia la norma rural de INAA).

$$CMD = 1.5 * CPD + H_f$$

Ecuación 4 Consumo de máximo día

- Para el consumo de máxima hora un factor de 150% para Managua y 250% para el resto del país.

$$CMH = 2.5 * CPD + H_f$$

Ecuación 5 Consumo de máxima hora

$$H_f = \text{Pérdidas equivalente al 20\% del CPD}$$

6.6.2 Almacenamiento

El procedimiento de diseño de los tanques se hará en base a las normas del INAA, de tal manera que sean capaces de atender las máximas demandas, además de tener la reserva suficiente en caso de interrupciones.

$$V_T = 35\% * CPD$$

Ecuación 6 Volumen de almacenamiento

(Según recomendaciones de la Norma rural del INAA)

El tanque de almacenamiento será ubicado en el punto más cercano y más elevado a la red de distribución, utilizando la fuerza de gravedad para distribuir el agua a las comunidades.

6.6.3 Línea de conducción

En el diseño de la línea de conducción por bombeo, se hizo uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo. Deberá considerarse los siguientes aspectos sugeridos por INAA:

6.6.3.1 Diámetro técnico económico

Para determinar el mejor diámetro (más económico) puede aplicarse la formula siguiente, ampliamente usada en los Estados Unidos de Norte América. (Similar a la de Bresse, con $K=0.9$ y $n=0.45$)

$$D = 0.9 (Q)^{0.45}$$

Ecuación 7 Diámetro Técnico - Económico

Donde:

D= Diámetro técnico-económico (metros)

Q= Caudal (m^3/seg)

Se dimensionó para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio (CMD=1.5 CPD, más las pérdidas).

6.6.3.2 Pérdidas en el sistema

Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinarán por el uso de la fórmula de Hazen-William. Utilizando un coeficiente de rugosidad (C) igual a 150 para tuberías de PVC.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.674 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Ecuación 8 Pérdidas por Fricción por Hazen William

6.6.3.3 Golpe de ariete

La tubería de descarga se seleccionó para resistir las presiones altas, y ser protegidas contra el golpe de ariete. Se trabajó con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión, conocida como Celeridad:

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \left(K * \frac{D}{e}\right)}}$$

Ecuación 9 Celeridad de la onda de presión

Donde:

C: celeridad de la onda de presión (m/s)

D: diámetro interno del tubo en (m)

e: espesor de la tubería (m)

K: coeficiente que tiene en cuenta el módulo de elasticidad del material del tubo. (Para tubos de PVC, K = 18)

Para calcular la sobrepresión de la tubería hay que calcular en la ecuación siguiente:

$$\Delta P = \frac{C * V}{g}$$

Ecuación 10 Sobrepresión en la tubería

Donde:

ΔP : sobrepresión en la tubería (m)

C: celeridad de la onda de presión (m/s)

V: velocidad del agua en la línea de conducción ($V = \frac{4Q}{\pi D^2}$, m/s)

g: constante de aceleración de la gravedad de la tierra (9.81 m/s²)

6.6.3.4 Potencia de bombeo

$$P = \frac{Q * CTD}{3960 * \mu_b * \mu_m} * 0.74$$

Ecuación 11 Potencia de bombeo

Donde,

P: Potencia Eléctrica (Kwh)

Q: Caudal de bombeo (gpm)

CTD: Carga Total Dinámica (pies)

μ_b : Eficiencia de la bomba (%)

μ_m : Eficiencia del motor (%)

La eficiencia de la bomba depende del caudal a transportar, en nuestro caso se utilizará una eficiencia del sistema del 70%.

6.6.3.5 Presiones máximas y mínimas

De acuerdo con la Norma rural del INAA, para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

6.6.3.6 Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes (Según la Norma rural del INAA):

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

6.6.3.7 Cobertura de tuberías

La norma Urbana del INAA recomienda en el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 mts, sobre la corona del conducto en toda su longitud, y en zonas peatonales esta cobertura mínima será 0.70 mts.

Citando lo anterior; como el derecho de vía y condiciones permitían que la tubería colocara al margen de la carretera, se determinó que para ser económico este proyecto la cobertura mínima debía ser 0.70mts.

6.7 Modelación en el programa EPANET

6.7.1 Idealización de la red

Para modelar y dimensionar la red en el programa Epanet se tuvo que hacer algunas idealizaciones que ayudan a tener una fácil interpretación de los resultados, ahorros en costos y tiempo. Dichas idealizaciones consistieron:

- Determinar que los caudales nodales estaban en los puntos terminales de la red, basándonos en el método “”
- Utilizar únicamente los puntos topográficos las altura de los nodos

- Modelar solamente el sistema tanque-red.
- Utilizar la condición Consumo máximo horario, ya que es la condición más crítica para ella.

6.7.2 Caudales nodales

Las demandas nodales se determinaron en dependencia de la cantidad de viviendas y del número de usuarios que estarían abasteciendo cada nodo en ese tramo. Para lo cual se consideró el hacinamiento actual de personas por casa, la dotación per cápita, las instituciones de servicio público, las perdidas en los sistemas y el factor de consumo máximo horario.

$$Q_{\text{NODO}} = 2.5 (N^{\circ}_{\text{viviendas}} * Q_{\text{vivienda}} + N^{\circ}_{\text{instituciones}} * Q_{\text{instituciones}}) + \text{Pérdidas}$$

Ecuación 12 Caudal en cada nodo

Donde:

$$Q_{\text{vivienda}} = \frac{Q_{\text{Doméstico}}}{N^{\circ} \text{ viviendas}}$$

Ecuación 13 Caudal por Vivienda

$$Q_{\text{Instituciones}} = \frac{Q_{\text{Institucional}}}{N^{\circ} \text{ instituciones}}$$

Ecuación 14 Caudal por institución

6.7.3 Modelación y diseño de la red en el programa EPANET

Después de la idealización de la red, se utilizó el programa Epanet 2.0; para así definir en el diseño algunas medidas y accesorios necesarios.

6.7.4 Selección del diámetro

Para definir el diámetro comercial más conveniente para cada tramo, se determinó de igual manera que para la línea de conducción; en dependencia de los resultados hidráulicos de la velocidad y la presión en cada tramo y nodo respectivamente. Si estos no cumplían se procede a proponer diferentes

diámetros hasta obtener resultados aceptables de acuerdo a los criterios antes establecidos.

6.7.5 Dimensionamiento de las cámaras rompe presión

El dimensionamiento de la cámara rompe presión, se realizó de acuerdo a los establecidos por Agüero Pittman, Roger (1997), quien considera que para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario conocer la carga requerida H para que el caudal de salida pueda fluir. Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli:

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 15 Carga de agua según Bernoulli

Donde:

H: La carga de agua (m)

V: velocidad de flujo (valor del programa o $V = \frac{4Q}{\pi D^2}$ m/s)

g: Constante de aceleración de la tierra (9.81 m/s²)

Para calcular la altura total de la cámara rompe presión se empleó la siguiente ecuación:

$$H_T = A + H + B_l$$

Ecuación 16 Altura total de la cámara rompe presión

Donde:

H_T: Altura de la cámara rompe presión (m)

A: Altura mínima de 10 cm.

H: Carga de agua o bien carga mínima de 30 cm.

B_l: Borde libre mínimo de 40 cm

6.8 Elaboración del presupuesto

6.8.1 Estimación de los costos de la obra propuesta

El presente presupuesto de estimación de costos e inversión total del “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, para las comunidades Zompopera y El Bojazo, municipio de Santa María de Pantasma, Jinotega”, refleja el precio de cada sub etapa que constituye la obra. Lo anterior depende de dos componentes:

- Costos directos (materiales, mano de obra, herramientas y equipos, transporte)
- Costos Indirectos (gastos administrativos, impuestos y utilidades)

El presupuesto está dividido de acuerdo a las etapas y sub etapas. Para definir las etapas, se utilizó el “Catálogo de Etapas y Sub-etapas del Nuevo FISE”, para proyectos de Agua Potable y Saneamiento Rural. A partir del “Maestro de costos unitarios Primarios” y del “Maestro de Costos Unitarios Complejos del FISE, así como cotizaciones en el mercado nacional, se determinó el costo relacionado a cada unidad específica. Dichos resultados fueron calculados en hojas de Excel para obtener de manera detallada todos los costos (material, transporte, mano de obra).

6.8.2 Costos directos

Materiales: Se cotizó el costo de los diferentes materiales como: cemento, arena, pedrín, grava, ladrillo cuarterón, acero de refuerzo, tuberías PVC y HG, accesorios, válvulas, alambre púas etc., que intervienen en la construcción de un proyecto de agua potable. Posteriormente fueron detallados en una hoja de Microsoft Excel junto a las cantidades de obras, de donde se obtuvieron los costos estimados para cada actividad del proyecto.

Mano de obra: se determinó como un porcentaje del costo unitario de la actividad (cantidad de materiales + transporte). Este costo es de forma individual.

Equipos y herramientas: Se obtuvo a partir de la guía de costos del FISE mencionada anteriormente, de acuerdo a la unidad de medida reflejada.

Transporte: se calculó de acuerdo a cotizaciones en el mercado nacional como un costo unitario por cada material a utilizar, tomando en cuenta la unidad de medida indicada en cada concepto de obra.

6.8.3 Costos indirectos

Para la determinación de los costos indirectos se aplicaron factores del total de costos directos de la obra

6.8.3.1 Costos indirectos de operación

- Gastos administrativos: 15% del costo directo (honorarios, sueldos, prestaciones y servicios).
- Alquileres y depreciaciones
- Obligaciones y seguros
- Materiales de consumo

6.8.3.2 Costos indirectos de obra

- Capacitación y promoción
- Cargas impositivas: IVA, IR,IM

6.8.3.3 Cargos adicionales

- Imprevistos: corresponde al 10% del total del costo directo del proyecto
- Impuestos y fianzas: 15% de costo directo del proyecto.
- Utilidad: 15% del total del costo directo del proyecto.

6.8.4 Procedimiento para la determinación de los costos

- a) Cálculo de la cantidad de obra según los planos del proyecto y tomando criterios y especificaciones técnicas en base a las normas de nuestro país NTON 09001-99 Y NTON09002-99, para poblaciones rurales.
- b) Cantidad de materiales, transporte y mano de obra en el proyecto Sistema de abastecimiento de agua potable.
- c) Una vez calculadas las cantidades de obras y analizados los materiales, transporte y mano de obra que intervienen en cada etapa del proyecto, se calcula el costo unitario por etapa y sub-etapa de actividades de obra de acuerdo a los costos actuales de comercialización
- d) Costo total directo; que es la cantidad por el costo unitario de cada uno de los componentes: materiales, transporte y mano de obra.
- e) Cálculo del costo total directo de cada etapa; que es la suma de costo total directo de materiales, transporte y mano de obra.

VII. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.1 Análisis socio-económico

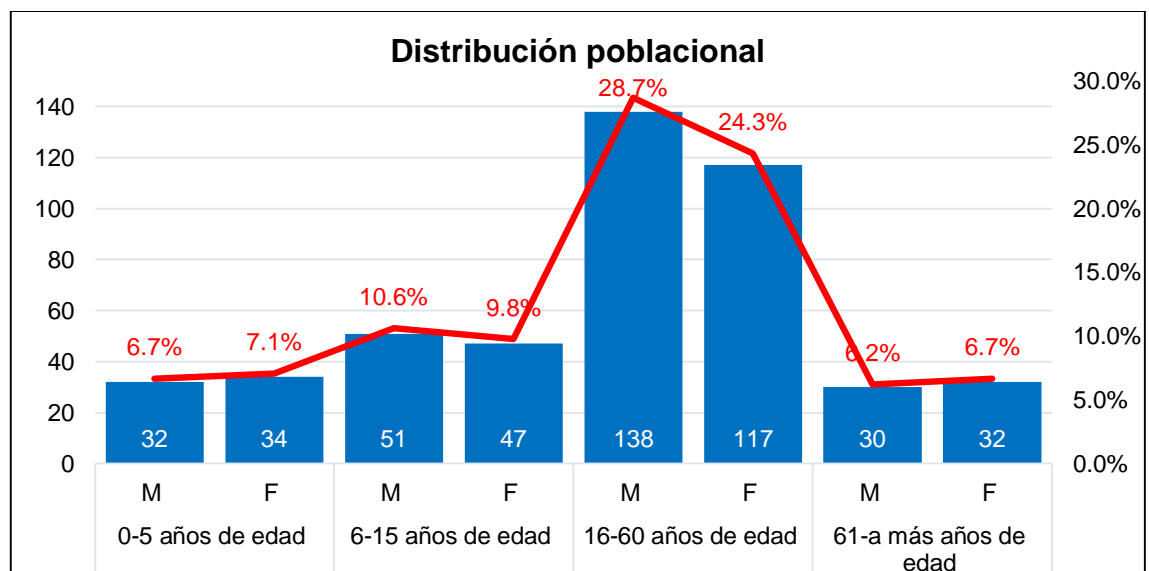
7.1.1 Caracterización de la población

Según el censo aplicado (ver Anexos 18 Formato de Encuesta a Realizar pág. xxviii) al 100% de los jefes de cada familia por vivienda, refleja que actualmente hay una población de 481 habitantes repartidos en 117 viviendas, de la cuales el 90% de ellas se encuentran asentadas a las orillas de la carretera principal, en un tramo de aproximadamente 5.7 kms y el restante de viviendas pueden estar alejadas hasta unos 200 mts de la carretera principal. También existen tres edificaciones importantes como: una iglesia evangélica, un centro escolar y un centro de salud.

7.1.2 Género

Se constató que de un total de 481 habitantes, el 52.2% son varones y el 47.8% son mujeres.

Gráfico 1 Distribución de población



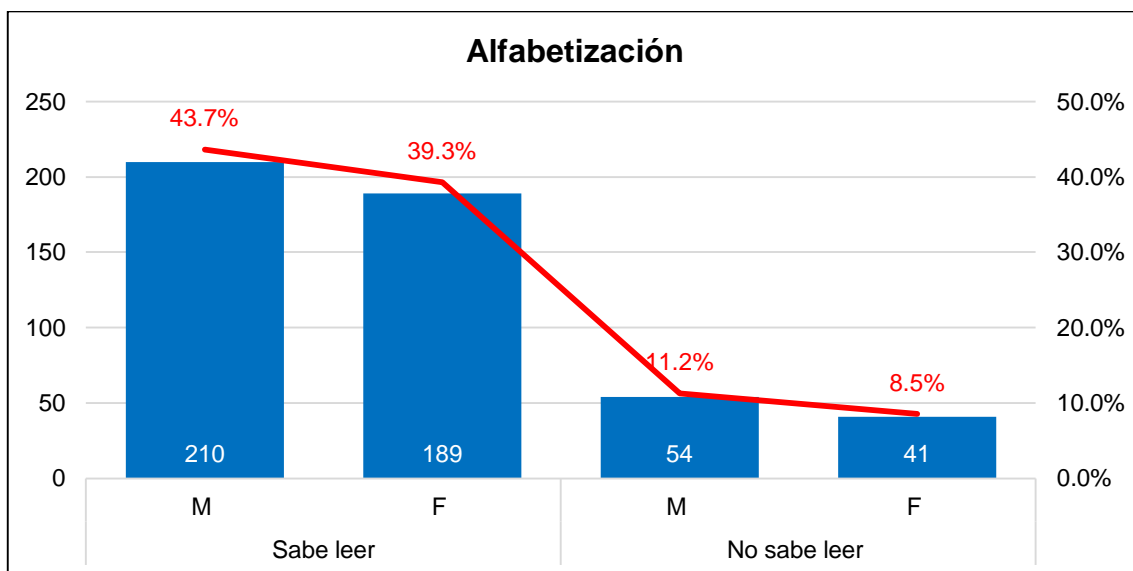
7.1.3 Economía

La mayoría de la población se dedica a las actividad agrícola con un 91.82%, el restante se dedica a la ganadería y comercio. La actividad agrícola se centra principalmente en la cosecha de granos básicos como el maíz y frijol, actividad que se ve reducida al período lluvioso comprendido entre junio-noviembre, sembrando de primera y postrera obteniendo la mayor cantidad posible de cosecha; durante los otros meses de año los que no tienen la suficiente capacidad económica para utilizar sistemas como perforación de pozos o sistemas por goteo; se ven en la obligación a vender su fuerza de trabajo en fincas locales.

7.1.4 Educación

Según el censo realizado la mayoría de la población sabe leer, representando un 83.0%; mientras que el restante grupo que no sabe leer; están incluidos los niños.

Gráfico 2 Índice de alfabetización



7.1.5 Demanda

Según la información recopilada la población hace en promedio de 2-3 viajes para obtener agua, gastando la mayoría de 150 – 200 lts de agua por día.

También se constató que la población generalmente hace uso de los pozos comunales; en menor grado la hace uso de los ojos de agua y pozos excavados a mano.

Gráfico 3 Demanda de agua por casa

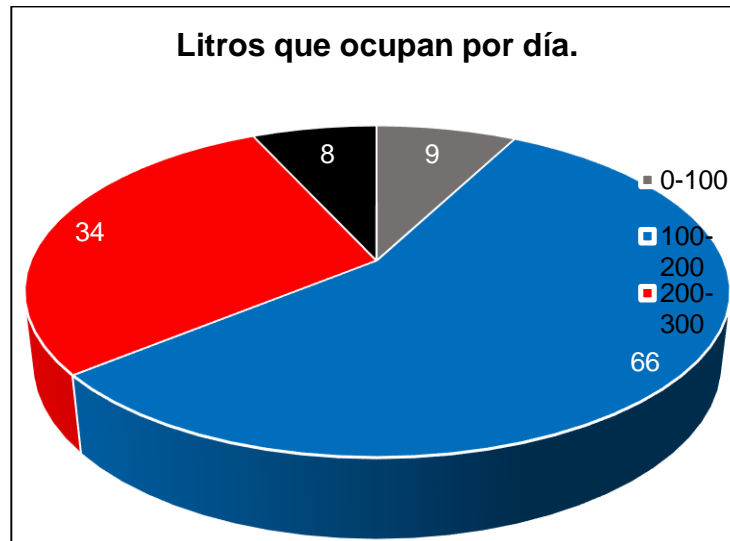
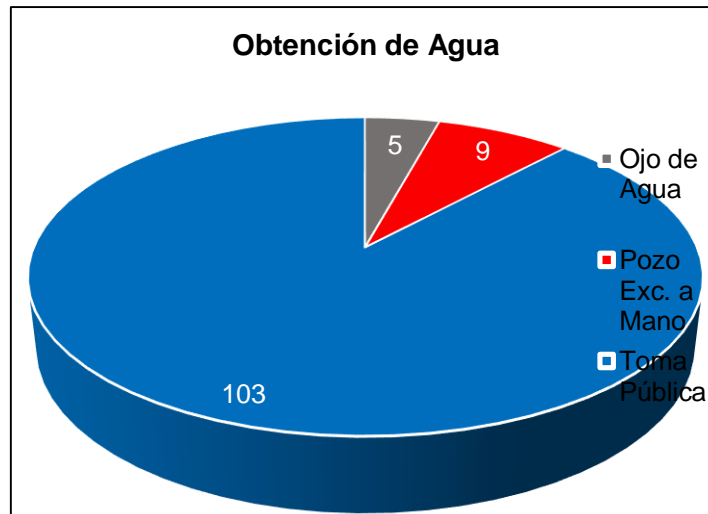


Gráfico 4 Obtención de agua por casa



7.1.6 Voluntad de la población

El proyecto tiene un alto porcentaje de aceptación, tanto que el 100% de las casa encuestadas contribuiría con al menos un miembro del núcleo familiar, para que participe en la construcción. Mientras en la voluntad a pagar por el servicio de agua, la mayoría de la población estaría dispuesta a pagar entre 0 - 100 Córdobas

7.2 Proyección de población

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la Ecuación 1.

La población actual a beneficiar, según censo realizado en la comunidad, corresponde a 481 habitantes. Conociendo la población actual y el período de diseño, se procedió a definir la tasa de crecimiento a utilizar para la proyección de la población, tomando en consideración la norma del INAA que establece esta tasa entre 2.5% y el 4%.

7.2.1 Calculo de la tasa geométrica de crecimiento

Para determinar la tasa de crecimiento poblacional se tomarán en cuenta los datos censales del INIDE correspondiente a los años 1995 y 2005; y la Ecuación 2.

Los datos censales del INIDE se resumen en la Tabla No.3 del presente documento. Se detallan además la tasa de crecimiento poblacional y de vivienda correspondiente al período 1995 – 2005.

Tabla 4 Tasa de crecimiento nacional, departamental y municipal

Lugar	Años/Período	Población Inicial	Población Final	Razón	Restricción INAA
Rep. de Nicaragua	1995 – 2005	4,357,099	5,142,098	1.67	Usar 2.5
Dpto. Jinotega	1995 – 2005	257,933	331,302	2.53	2.53 Ok
Mun. de Pantasma	1995 – 2005	29,735	37,880	2.45	Usar 2.5
Z. Rural Pantasma	1995 – 2005	27,537	33044	1.84	Usar 2.5

Fuente: INIDE. Elaboración propia

Tabla 5 Tasa de crecimiento en las comunidades

Lugar	Años/Período	Población Inicial	Población Final	Razón	Restricción INAA
Comarca Zompopera	2007 – 2014	245	295	2.69	2.69 Ok
Comarca El Bojazo	2007 – 2014	127	167	3.99	3.99 Ok
Promedio	2007 – 2014	372	462	3.14	3.14 Ok

Fuente: Alcaldía de Pantasma. Elaboración propia

Como se puede observar en la tablas anteriores, las tasas de crecimiento poblacional en el municipio de Santa María de Pantasma son inferiores a 2.50% establecido por la norma, pero según los datos poblacionales que lleva la municipalidad las tasas de crecimiento poblacional de ambas comunidades son superiores al valor mínimo establecido por la norma; siendo la tasa de crecimiento poblacional para ambas comunidades igual a 3.14%, por lo tanto se recomienda utilizar ésta tasa, para la determinación de la población de diseño; debido a que la población para cada una de las comunidades, son relativamente pequeña para determinar una tasa de crecimiento confiable.

7.2.2 Proyección de la población

Basados en los datos anteriores y haciendo uso de la Ecuación 1, la población de diseño del proyecto se calcula:

$$N_t = 496 \times (1+0.0314)^{20} \text{ Ecuación 1}$$

$$N_t = 921 \text{ habitantes}$$

Tabla 6 Crecimiento poblacional

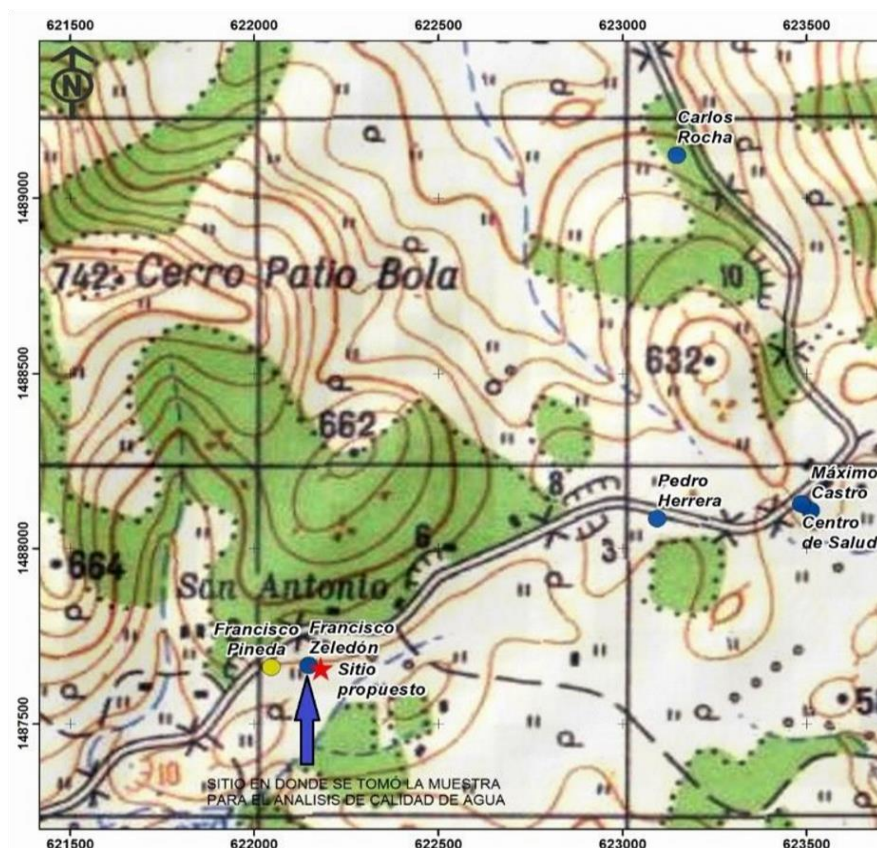
Año	2016	2021	2026	2031	2036
Población	481	561	655	765	893

Fuente: Elaboración propia

7.3 Estudios de la fuente de abastecimiento

En el informe del estudio hidrogeológico, se determinó que el caudal del pozo del Pozo de Don Francisco Zeledón es de 50gpm y con un nivel estático de aguas (NEA) de 80 pies; este pozo se sitúa a 35 mts del sitio propuesto para excavación de un nuevo pozo, el cual: es menos vulnerable a la erosión y deslizamientos, no es propenso a inundaciones, además cuenta con el respaldo de la comunidad; ya que propietario del terreno del pozo estudiado no proporcionó el terreno para realizar el proyecto, por tanto el pozo propuesto se localizó en el terreno de don Félix Rodríguez.

Figura 3 Pozos existentes



Fuente: Estudio Hidrogeológico (Blandón & Fuentes, 2014)

Según el informe citado se tomaron las muestras para el análisis de calidad de agua del pozo de Don Francisco Zeledón, a las que les hizo las pruebas:

- Análisis físico - químico
- Análisis bacteriológicos
- Análisis de arsénico

Dando los resultados (ver Anexos 5 Análisis de calidad de agua pág. iv) de los análisis de calidad de agua que los valores de concentración de los parámetros físico-químicos, bacteriológicos, metales pesados y arsénico, se encuentran dentro de los límites permitidos por la Norma Rural del INAA.

En contraste los valores de coliformes totales (2.0×10^6 NMP/100ml) y fecales (2.0 NMP/100ml) deberían dar negativo según la norma. El agua proveniente de la captación por la contaminación bacteriana, requerirá de un proceso de desinfección; para el proceso de desinfección se recomienda el uso de hipoclorito de sodio. La solución de cloro se aplicará a través de un hipoclorador de carga constante en la estación de Bombeo.

7.4 Estudios de suelos

De acuerdo a los resultados obtenidos el material analizado se clasifican como arenas arcillosas (SC), con Valores de CBR de 20 y 16 para 95 % de compactación para el Tanque y Pozo respectivamente; debido a esto es necesario mejorar el subsuelo con material selecto entre unos 0.30 a 1 mts de profundidad y con un 1 mt adicional al perímetro de las obras a construir.

7.5 Variaciones del consumo

7.5.1 Dotación y consumo promedio diario

Para dar solución al abastecimiento se ha determinado la distribución de agua para conexiones domiciliarias, que según las dotaciones para abastecimiento de agua en el medio rural del INAA, equivale a **60 litros por persona por día** (lppd).

Habiendo establecido la dotación de agua y la población de diseño se procede a determinar el Consumo Promedio Diario:

$$CPD = \frac{\text{Dotación} * \text{Población}}{86400} (lps) \quad \text{Ecuación 3}$$

$$CPD = \frac{(60 \text{ lppd}) * (921p)}{86400} = 0.640lps \text{ (} 2.303 \text{ m}^3/\text{hr)} \text{)}$$

El consumo doméstico para las comunidades de Zompopera y el Bojazo es de 0.62 litros por segundo.

Dentro de la comunidad existe una escuela, y un puesto de salud. Siendo estas instituciones públicas el INAA dentro de su normativa urbana establece para el consumo institucional un 7% del consumo doméstico.

$$\text{Consumo institucional} = 7\% * \text{Consumo doméstico}$$

Ecuación 17 Consumo Institucional

$$\text{Consumo institucional} = 7\% * (0.640) = 0.043 \text{ lps } (0.161 \text{ m}^3/\text{hr})$$

El Consumo promedio diario sería igual a la suma del consumo domiciliar y el consumo público.

$$CPD = 0.640 + 0.045 = 0.685 \text{ lps}$$

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

$$Hf = 20\% * (0.685) = 0.137 \text{ lps}$$

El consumo promedio diario total será igual al Consumo Promedio Diario más las perdidas:

$$CPDT = 2.956 \text{ m}^3/\text{h} = 0.822 \text{ Lps} = 13.018 \text{ Gpm}$$

7.5.2 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores son los siguientes:

$$\text{Consumo máximo día (CMD)} = 1.5 \text{ CPD} + hf \quad \text{Ecuación 4}$$

$$\text{CMD} = 4.188 \text{ m}^3/\text{h} = 1.163 \text{ Lps} = 18.442 \text{ Gpm}$$

$$\text{Consumo máximo hora (CMH)} = 2.5 \text{ CPD} + h_f \quad \text{Ecuación 5}$$

$$\text{CMH} = 6.652 \text{ m}^3/\text{h} = 1.848 \text{ Lps} = 29.291 \text{ Gpm}$$

Como se puede observar el caudal máximo día (18.442 gpm) es muy inferior al caudal del pozo estudiado (50 gpm), representando solo un 36.88% del caudal a explotar. Por tanto el pozo a pesar de tener una vida económica propuesta por INAA de 15 años, puede abastecer los 20 años del período de diseño del proyecto.

Tabla 7 Tabla de Variaciones de Consumo

Variación de consumo	Caudal (gpm)	Caudal de pozo (gpm)	Porcentaje
CPDT	13.02	50.00	25.24
CMD	18.44	50.00	35.76
CMH	29.29	50.00	56.80

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8 Proyecciones de Consumo

N°	Año	Consumo Doméstico	Consumo Institucional	HF	CPDT	Consumo de Máximo Día		Consumo de Máxima Hora	
		Lps	Lps	Lps	Lps	gpm	lps	gpm	lps
0	2017	0.334	0.024	0.074	0.442	9.932	0.627	15.297	0.965
5	2022	0.402	0.028	0.086	0.516	11.594	0.731	17.842	1.126
10	2027	0.469	0.033	0.100	0.603	13.536	0.854	20.831	1.314
15	2032	0.548	0.038	0.117	0.704	15.779	0.997	24.329	1.535
20	2037	0.640	0.045	0.137	0.821	18.4422	1.163	28.400	1.792

Fuente: Elaboración propia

7.6 Tratamiento

En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. La solución de cloro se aplicará a través de un hipoclorador de carga constante en la estación de bombeo.

Cloración

Para determinar la cantidad de cloro a utilizar en la desinfección; se hará uso de la siguiente formula:

$$V_c = CMD * \frac{d}{1000}$$

Ecuación 18 Volumen de cloro

Donde:

V_c = Volumen de cloro a agregar para la desinfección en gr/día

CMD = consumo de máximo día en lts/día

d = dosis de cloro (1.5) mg/l

$$V_c = \frac{100517.94 \text{ lts}}{\text{día}} * \frac{1.5 \frac{\text{mg}}{\text{lt}}}{1000} = 150.78 \text{ gr/día}$$

Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro en hipoclorito de calcio que vamos a utilizar; comercialmente se estima que el hipoclorito de calcio tiene una concentración del 70% de cloro. Por tanto se calcula la cantidad de hipoclorito de calcio con la siguiente ecuación.

$$V_{\text{hipoclorito}} = \frac{V_c}{0.7}$$

Ecuación 19 Volumen de Hipoclorito de Calcio

$$V_{\text{hipoclorito}} = \frac{150.78 \text{ gr/día}}{0.7} = 215.40 \text{ gr/día}$$

La determinación del volumen de solución se basa en la cantidad de cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración que se quiere establecer; en este caso es al 1%.

$$V_{sol} = \frac{V_c * 100}{1000 * (1\% * 100)}$$

Ecuación 20 Volumen de la Solución

$$V_{sol} = \frac{150.78 \frac{gr}{día} * 100}{1000 * (1\% * 100)} = 15.08 \text{ lts/día}$$

El hipoclorador funciona por sistema de goteo; por tanto el gasto de entrega se calcula en gotas por minuto, usando un gotero de 20gtt por cc.

$$\text{Gasto} = \frac{V_{sol} * 20000}{1440}$$

Ecuación 21 Gasto por goteo

$$\text{Gasto} = \frac{15.08 \frac{lts}{día} * \frac{20000 \text{ gtt}}{lts}}{1440 \text{ min/día}} = 209 \text{ gtt/día}$$

Ver también Anexos 6 Aplicación de solución de cloro pág. vii, para observar las proyecciones del gasto de cloro para cada año.

7.7 Tanque de almacenamiento

7.7.1 Capacidad del tanque de almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivo, suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Volumen de Tanque requerido = $2.956 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h} \times 0.35$ Ecuación 6

Volumen de Tanque requerido = 24.83 m^3

7.7.2 Tipo de tanque de almacenamiento

Se propone la construcción de un tanque de almacenamiento sobre suelo, de sección cuadrada con las siguientes características:

- Tipo de construcción: Concreto ciclópeo
- Lados : 3.15 metros
- Altura de Rebose : 2.5 metros
- Borde Libre : 0.50 metros
- Capacidad : 24.83 m^3

Se ha considerado la construcción de un tanque de almacenamiento Típico de FISE (ver planos constructivos N°14).

En este diseño se contemplaron los siguientes aspectos tomados de la norma Rural del INAA:

a) Como la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicaron en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.

b) Se consideró un paso directo y el tanque conectado tipo puente (by-pass), de tal manera que se permite mantener el Servicio mientras se efectúa el lavado o reparación del tanque.

c) La tubería de rebose descarga libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.

d) Se consideró la instalación de válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose. Las válvulas y accesorios son tipo brida.

e) Se consideraron además: escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.

7.8 Diseño preliminar de pozo

7.8.1 Diámetro de ademe

El INAA dentro de su norma Urbana, recomienda diámetros de ademe en correspondencia con el caudal a explotar de un Pozo. Para un caudal de 50 gpm o menores, como es el caso de este proyecto, el INAA recomienda un Ademe de 6pulg de diámetro. Ver Anexos Anexos 19 pág. xxxii.

7.8.1.1 Diámetro de perforación

Además del diámetro de Ademe, el diámetro de perforación debe ser tal que permita dejar un espacio de 3pulg a cada lado del ademe para poder colocar el filtro de grava, por lo que este diámetro se calculó haciendo uso de la siguiente ecuación:

$$\emptyset_{Perforacion} = \emptyset_{Ademe} + 2(3pulg) = 6 + 6 = 12 \text{ pulg}$$

Ecuación 22 Diámetro de Perforación

7.8.2 Profundidad del pozo

Para determinar la profundidad del pozo se sumaron los siguientes datos:

- La profundidad del nivel estático del agua, según datos de perforaciones en informe del estudio hidrogeológico (Blandón & Fuentes, 2014) en pozos cercanos es de: **80 pies.**
- El rebajamiento según datos del informe antes mencionado es de **45 pies.**

- La sumergida se fijó en **15 pies**; cumpliendo con 1mts mínimo de la norma Urbana del INAA.
- Espacio para bomba: **10 pies**
- Espacio para depósito de material fino: **5 pies**

$$H = 80 + 45 + 15 + 10 + 5 = 155 \text{ pies (47.24mts)}$$

Se recomienda perforar como mínimo 155 pies para asegurar el buen funcionamiento del pozo.

7.8.3 Nivel mínimo de bombeo

El nivel mínimo de bombeo será igual a la cota del terreno menos los siguientes valores:

- La profundidad del nivel estático del agua (80 pies = 24.38 m)
- El rebajamiento (45 pies = 13.72 m)

$$\text{Nivel mínimo de bombeo} = 573.70 \text{ msnm} - 24.38 - 13.72 \text{ m}$$

Ecuación 23 Nivel Mínimo de Bombeo

$$\text{Nivel mínimo de bombeo} = 535.60 \text{ m.s.n.m}$$

7.9 Diseño de línea de conducción

Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas.

En este caso se diseña una línea de conducción por bombeo por lo que se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

7.9.1 Determinación del diámetro técnico - económico

Para determinar el mejor diámetro (más económico) se aplicará la siguiente ecuación:

$$D = 0.9 (Q)^{0.45} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$CMD = 4.188 \text{ m}^3/\text{hr} = 0.001163 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = 0.9 (0.001163)^{0.45} = 0.043\text{m} (1.72\text{pulg}) \leftrightarrow 2.0\text{pulg}$$

La solución a adoptar será aquella que resulte más económica y que satisfaga los criterios de diseño. Se analizará el costo total de la inversión en tubería (VPT) y el costo anual de la energía (CAE) de cada uno de los años de operación del sistema traídos a valor presente.

Antes de proceder al análisis de los costos es necesario revisar si los diámetros propuestos satisfacen el criterio de velocidad, que la norma rural del INAA delimita en $0.4 \leq V \leq 2.0 \text{ m/s}$; los diámetros que se seleccionaran deberán cumplir dicho criterio. Y la velocidad se calculara con la siguiente ecuación.

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Ecuación 24 Ecuación de velocidad dentro de la tubería

Se analizaran los siguientes diámetros: 2 diámetros comerciales inferior al calculado, y dos diámetros comerciales superiores al calculado.

Tabla 9 Análisis del diámetro técnico de línea de conducción

Diámetro (plg)	Diámetro (m)	V (m/s)	Observación (0.4<V<2.0)
1	0.025	2.296	No cumple
1.5	0.0375	1.053	Cumple
2	0.05	0.574	Cumple
2.5	0.0625	0.379	No cumple

Fuente: Elaboración propia.

Los dos diámetros de la parte central de la tabla cumplen con el criterio de velocidad, mientras los externos (2.5 y 1 pulg) no cumple con el criterio, por lo que únicamente se analizaran los diámetros de 1.5 y 2 pulg. Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinaron por el uso de la fórmula de Hazen-William:

$$H = \frac{10.67 * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}} * L \quad \text{Ecuación 8}$$

La pérdida en la columna de bombeo se considerará como el 5% de la longitud de la columna de bombeo, el valor de esta longitud se calcula sumando los siguientes valores:

- Altura del eje de la sarta, sobre el terreno natural 0.60 m
- La profundidad del nivel estático del agua (NEA): 80 pies por debajo del Nivel del terreno del punto de perforación.
- El Rebajamiento: 45 pies.
- La sumergida: 15 pies.

Por lo tanto la longitud de la columna de succión será de:

$$HSuc = (45 + 15)/3.28 + 0.60 = 42.672 + 0.6 = 43.272m$$

$$H_{F-succion} = 5\% * L_{suc}$$

Ecuación 25 Pérdidas en la tubería de succión

$$H_{F-succion} = 5\% * 43.272 = 2.164m \quad \text{Según la norma urbana del INAA}$$

Para el cálculo de las pérdidas en la descarga se tomarán en cuenta tanto los accesorios requeridos en la descarga de la bomba, como los accesorios que se encuentran a lo largo de la tubería de impulsión.

La pérdida en la sarta de la bomba se calculará a través del método de las longitudes equivalentes, a continuación se detallan cada uno de estos accesorios y su respectivo valor de longitud equivalente:

Tabla 10 Longitud equivalente de accesorios

Accesorio	Accesorio	Longitud equivalente (m)	
		Ø1.5"	Ø2"
Válvula de aire	1	3.20	4.20
Válvula de no retorno	1	3.20	4.20
Válvula de compuerta	1	0.30	0.40
Válvula de alivio	1	4.80	6.40
Codos de 45°	4	2.40	3.20
Codos de 90°	2	2.20	2.80
Medidor Maestro	1	0.30	0.40
Total Long. Equivalente		16.40	21.60

Fuente: Durman. Elaboración propia.

Ahora para calcular las pérdidas por fricción se adicionan las longitudes equivalentes de los accesorios, a la longitud total de la tubería de conducción (290.17 m).

Para diámetro 1.5 pulg

$$L_{\phi 1.5} = 290.17 + 16.40 = 306.57 \text{mts}$$

$$H_{\phi 1.5} = \frac{10.674 * (0.001163)^{1.852}}{(150)^{1.852} (0.0375)^{4.87}} * 306.57 = 9.88 \text{mts} \quad \text{Ecuación 8}$$

Para diámetro 2.0 pulg

$$L_{\phi 2.0} = 290.17 + 21.60 = 311.77 \text{mts}$$

$$H_{\phi 1.5} = \frac{10.674 * (0.001163)^{1.852}}{(150)^{1.852} (0.050)^{4.87}} * 306.57 = 2.47 \text{mts} \quad \text{Ecuación 8}$$

Ahora considerando un cierre brusco de energía, la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea de conducción; se calcula esta sobrepresión con la fórmula del golpe de ariete según la ecuación de Allievi.

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (K * \frac{D}{e})}}$$

$$\Delta P = \frac{C * V}{g}$$

Para 1.5 pulg SDR-26

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (18 * \frac{44.56}{3.7})}} = 608.06 \text{ m/s}$$

$$\Delta P = \frac{608.06 * 1.053}{9.81} = 65.29 \text{ mts}$$

$$H = 65.29 + 73.47 = 138.76 \text{ mts} > 112 \text{ mca SDR} - 26$$

Para 1.5 pulg SDR-1

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (18 * \frac{42.56}{5.68})}} = 731.36 \text{ m/s}$$

$$\Delta P = \frac{731.36 * 1.053}{9.81} = 78.53 \text{ mts}$$

$$H = 78.53 + 73.47 = 152.0 \text{ mts} < 175 \text{ mca SDR} - 17 \text{ ok}$$

Para 2.0 pulg SDR-26

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + (18 * \frac{55.71}{4.61})}} = 607.21 \text{ m/s}$$

$$\Delta P = \frac{607.21 * 0.593}{9.81} = 36.67 \text{ mts}$$

$$H = 36.67 + 73.47 = 110.14 \text{ mts} < 112 \text{ mca SDR} - 26 \text{ ok}$$

Pasando al análisis económico de los dos diámetros que cumplen con el criterio técnico de velocidad.

En lo que se refiere al VPT (valor presente de la tubería) este se calculará multiplicando la longitud de la línea de conducción por bombeo por el costo por mt de tubería, según los precios cotizados en “Durman” más el transporte. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para cada diámetro y determinar el más económico:

Tabla 11 Costo de línea de conducción

Diámetro (plg)	Longitud (m)	Costo Unitario (C\$)	VPT (C\$)
1.5	290.17	96.7000	28,059.44
2	290.17	82.1538	23,838.57

Fuente: Durman. Elaboración propia

Para determinar el Valor presente de los Costos de Energía a lo largo del período de diseño se considerará una tasa de interés del 12% anual.

El Costo Anual de Energía se calcula usando la siguiente fórmula:

$$CAE = \frac{\text{Horas de bombeo}}{\text{día}} * 365 * P(khw) * \text{Costo energia} \left(\frac{C\$}{kwh} \right)$$

Ecuación 26 Costo anual de la energía

Siendo, la potencia de la bomba calculada mediante la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q * CTD}{3960 * \mu_b * \mu_m} * 0.74 \quad \text{Ecuación 11}$$

La carga total dinámica (CTD), no es más que la Carga Estática (Diferencia de niveles topográficos) más las pérdidas tanto en la columna de bombeo como en la descarga. La carga estática igual al nivel de rebose del tanque menos la elevación mínima de bombeo.

CE = Nivel de Rebose – Nivel mínimo de Bombeo

El Nivel de Rebose será igual a la Elevación del Terreno en el Punto en donde se construirá el tanque de almacenamiento más la altura de rebose del tanque propuesto.

$$\text{Nivel de Rebose} = 644.67 \text{ m} + 2.50 \text{ m} = 647.17 \text{ m}$$

Siendo entonces,

$$CE = 647.17 - 535.60 = 111.57$$

Para determinar la CTD se tomaran en cuenta las pérdidas por accesorios que se calcularon en la línea de succión, y las perdidas por fricción en la descarga que se calcularan en dependencia de las horas de bombeo propuesta.

Tabla 12 Datos para el cálculo de la carga total dinámica en el año 2037

Año	Ø	CMD	CAUDAL DE DISEÑO (m³/s) Horas de Bombeo			LE. Acc. (m)	Long. Línea de conducción (m)	Pérdida en la succión (m)
	Pulg		12	14	16			
2037	2.0	0.0012	0.0023	0.0020	0.0017	14.400	290.170	2.164
2037	1.5	0.0012	0.0023	0.0019	0.0017	21.600	290.170	2.164

Tabla 13 Cálculo de la carga total dinámica en el año 2037

Año	Ø	Pérdida en la descarga (mca)			CTD (pies)		
		Horas de Bombeo			Horas de Bombeo		
		12	14	16	12	14	16
2037	2.0	9.141	6.873	5.369	403.029	395.59	390.655
2037	1.5	36.488	27.435	21.43	492.727	463.032	443.335

Fuente: Elaboración propia

Conociendo el valor de la carga total dinámica, el caudal de diseño y asumiendo la eficiencia de la bomba y el motor del 70% podemos calcular la potencia.

Tabla 14 Cálculo de la potencia de bomba en el año 2036

Año	Ø	Potencia de bomba Calculada (hp)			Potencia de bomba Comercial (hp)		
		Horas de Bombeo			Horas de Bombeo		
	Pulg	12	14	16	12	14	16
2037	2.0	5.35	4.51	3.90	7	5	5
2037	1.5	6.56	5.28	4.42	7	7	5

Fuente: Elaboración Propia

Ahora teniendo las potencias y un costo de energía de C\$ 5.19/Kw tomado de la actualización de tarifa del 01 de agosto del 2016 autorizada por INE (ver Anexos 12 Tarifa de energía Autorizada por el I pág. xix), por consiguiente se calcula el costo de energía anual y el Costo Anual Equivalente año por año (Ver tablas completas en Anexos 9 y Anexos 10 páginas xvi-xvii). Para finalmente obtener un CAE total con la siguiente ecuación:

$$CAE_{vtp} = \sum_{t=0}^{20} CAE_{vp} = \sum_{t=0}^{20} \frac{CAE}{(1+i)^t}$$

Ecuación 27 Costo anual de energía valor presente

Tabla 15 Resumen del costo anual de energía al valor presente

Diámetro (plg)	CAE (VALOR PRESENTE)		
	HORAS DE BOMBEO		
	12	14	16
1.5	C\$ 719,289.52	C\$ 663,944.61	C\$ 670,966.85
2	C\$ 633,998.82	C\$ 617,329.02	C\$ 631,821.49

Fuente: Elaboración propia

Ya con el costo anual equivalente se puede observar en las siguientes tablas el diámetro más económico es el de 2", con 12 horas de bombeo ya es el que nos proporciona el menor costo anual equivalente menor.

Tabla 16 Análisis económico de la línea de conducción

Diámetro (plg)	VPT	CAE + CAT (VALOR PRESENTE)		
		HORAS DE BOMBEO		
		12	14	16
1.5	C\$ 28,059.44	C\$ 747,348.96	C\$ 692,004.05	C\$ 699,026.29
2	C\$ 23,838.57	C\$ 675,031.76	C\$ 641,167.59	C\$ 655,660.06

Fuente: Elaboración propia

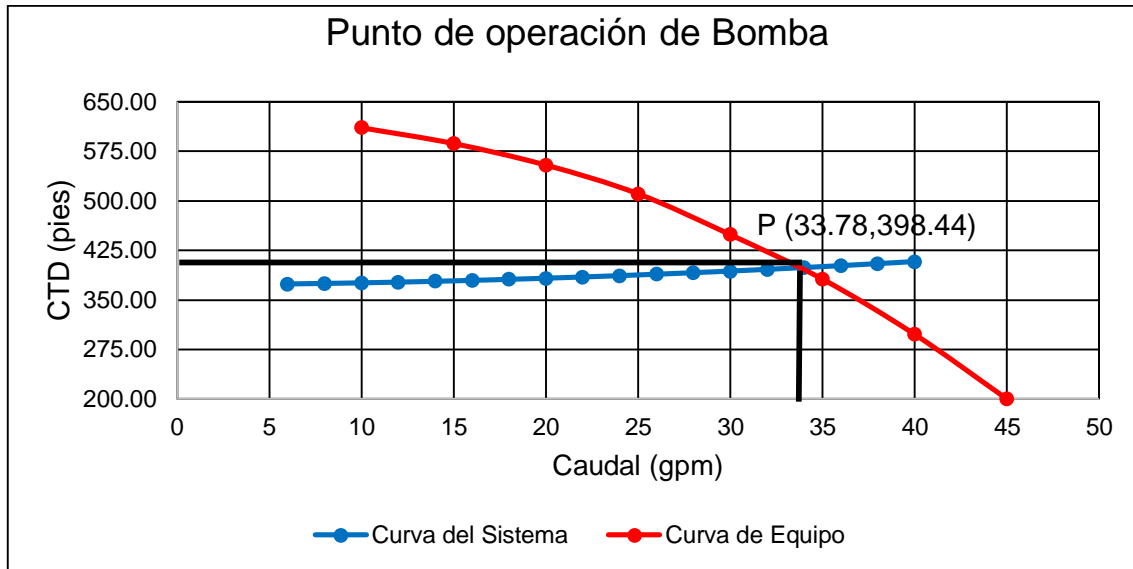
7.8.2 Selección del equipo de bombeo

La bomba a utilizar es una bomba sumergible STA Ride modelo L30P4J, con un motor Franklin de potencia 5 hp (ver curva características del equipo en Anexos 13 pág.xx).

Para determinar el punto de operación de esta bomba, se graficó la curva característica del sistema y la curva característica del equipo de bombeo en un mismo gráfico caudal vrs carga total dinámica (Q vrs CTD).

Donde la curva del sistema parte desde una altura HE (carga estática) para $Q=0$ y trazando la curva de pérdida de carga por fricción (h_f) en función del caudal. Mientras la curva del equipo se determina en base a los gráficos que brinda el fabricante.

Gráfico 5 Punto de operación de bomba



Una vez graficadas ambas curvas se busca el punto intersección que será el punto de operación del equipo de bombeo; dando un caudal de 33.78 gpm y una CTD de 398.44 pies (121.44 mts).

7.10 Modelación en EPANET

7.10.1 Caudales nodales

Para simplificar el modelado se tomó como nodos de caudales los principales nodos; estos eran los nodos de intercepción y los nodos terminales, ya que este esquema de nodos permite distribuir mejor la población a lo largo de las líneas de distribución.

$$Q_{nodo} = 2.5 (N^{\circ}viviendas * Q_{vivienda} + N^{\circ}instituciones * Q_{instituciones}) + Pérdidas$$

$$Q_{vivienda} = \frac{Q_{doméstico}}{N^{\circ}viviendas}$$

$$Q_{vivienda} = \frac{2.303 \text{ m}^3/\text{hr}}{117} = 0.0197 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$Q_{instituciones} = \frac{Q_{institucional}}{N^{\circ}instituciones}$$

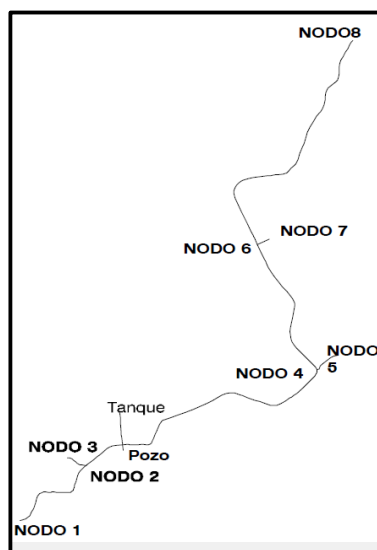
$$Q_{instituciones} = \frac{0.161 \text{ m}^3/\text{hr}}{2} = 0.0806 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Tabla 17 Caudales nodales

Nodo	Doméstico (Caudal: 0.0191 m³/h)		Público (Caudal: 0.0781 m³/h)		Fugas (20% CPD)	Total CPD (m³/h)	Total CMH (m³/h)
	Casas	Caudal (m³/h)	Puestos	Caudal (m³/h)	Caudal (m³/h)		
1	3	0.059	0	0.000	0.012	0.071	0.159
2	2	0.039	0	0.000	0.008	0.047	0.106
3	27	0.531	0	0.000	0.106	0.638	1.435
4	22	0.433	2	0.161	0.119	0.713	1.604
5	3	0.059	0	0.000	0.012	0.071	0.159
6	33	0.649	0	0.000	0.130	0.779	1.753
7	1	0.020	0	0.000	0.004	0.024	0.053
8	26	0.512	0	0.000	0.102	0.614	1.382
Total	117	2.303	2	0.161	0.478	2.956	6.652

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Esquema de la red



Teniendo ya idealizado el esquema se realizó el análisis hidráulico de la red de distribución en el programa EPANET 2.0.

Teniendo ya idealizado el esquema se realizó el análisis hidráulico de la red de distribución en el programa EPANET 2.0; bajo las condiciones de cero consumos en la red para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario, obteniendo los siguientes resultados.

7.10.2 Cero consumo en la red

En la siguiente tabla se muestran las mayores presiones que existirán en cada nodo. Como se puede observar la mayoría están en el rango permitido por INAA, a diferencia de la conexión 4; en la cual se instaló una pila rompe presión. (Ver también Anexos 15 Análisis por el programa Epanet2.0. Sin Consumo **Análisis por el programa Epanet2.0. Sin Consumo** pág. xxi)

Tabla 18 Presiones en los nudos, caso "Cero Consumo"

ID Nudo	Cota M	Demanda Base m ³ /h	Presión m
Conexión n1	534.83	0	110.64
Conexión n2	569.90	0	75.57
Conexión n3	551.73	0	93.74
Conexión N100	578.35	0	67.12
Conexión n4	595.54	0	49.93
Conexión n5	610.73	0	34.74
Conexión n6	520.63	0	124.84
Conexión n8	530.68	0	114.79
Conexión n7	512.40	0	120.34
Depósito 1	644.47	No Disponible	1.00

Fuente: Programa EPANET, Elaboración propia

Como se puede observar la mayoría están fuera en el rango permitido por INAA, por tanto se instalaron 2 pila rompe presión.

Obteniéndose los nuevos valores de presión en los nodos. (Ver también Anexos 15 Análisis por el programa Epanet2.0. Sin Consumo **Análisis por el programa Epanet2.0. Sin Consumo** pág. xxi):

Tabla 19 Presiones en los nudos (con cajas rompe presión), caso "Cero Consumo"

ID Nudo	Cota M	Demanda Base m ³ /h	Presión M
Conexión n1	534.83	0	43.52
Conexión n2	569.90	0	8.45
Conexión n3	551.73	0	26.62
Conexión N100	578.35	0	67.12
Conexión n4	595.54	0	49.93
Conexión n5	610.73	0	34.74
Conexión n6	520.63	0	75.41
Conexión n8	530.68	0	65.36
Conexión n7	525.12	0	70.91
Caja 1	578.35	0	0.00
Caja 2	596.04	0	0.00
Depósito 1	644.47	No Disponible	1.080

Fuente: Programa EPANET, Elaboración propia

Como se observa el mayor valor de presión es de 75.41 mts, por tanto se puede usar tubería SDR-26 en la tubería de distribución; a pesar que la norma rural propone un valor máximo de 50mts de presión, esta permite valores mayores en puntos aislados.

7.10.3 Consumo máximos en la red

En las siguientes tablas se muestran demanda de máxima hora y sus respectivas presiones en cada nudo; también las longitudes, diámetros y velocidades en cada tramo de tubería. Como podemos observar al igual que sin consumo en la red, las presiones están en el rango permitido por INAA a excepción de la conexión 2 Y 100; confirmando así la instalación de la pila rompe presión en estos nodos.

Podemos observar mejor en el gráfico de la línea de gradiente hidráulico. (Ver también Anexos 14 Análisis por el programa *por el programa Epanet 2.0. Consumo de Máxima Hora* pág. xxi).

Tabla 20 Presiones en los nudos, caso "CMH"

ID Nudo	Cota m	Demanda Base m ³ /h	Presión M
Conexión n1	534.83	0.159	41.59
Conexión n2	569.90	1.434	6.58
Conexión n3	551.73	0.106	24.74
Conexión N100	578.35	0	62.59
Conexión n4	595.54	1.604	26.83
Conexión n5	610.73	0.159	12.13
Conexión n6	520.63	1.753	54.26
Conexión n8	530.68	1.382	36.66
Conexión n7	512.40	0.053	50.26
Caja 1	578.35	0	0.00
Caja 2	520.63	0	0.00
Depósito 1	644.47	No Disponible	1.00

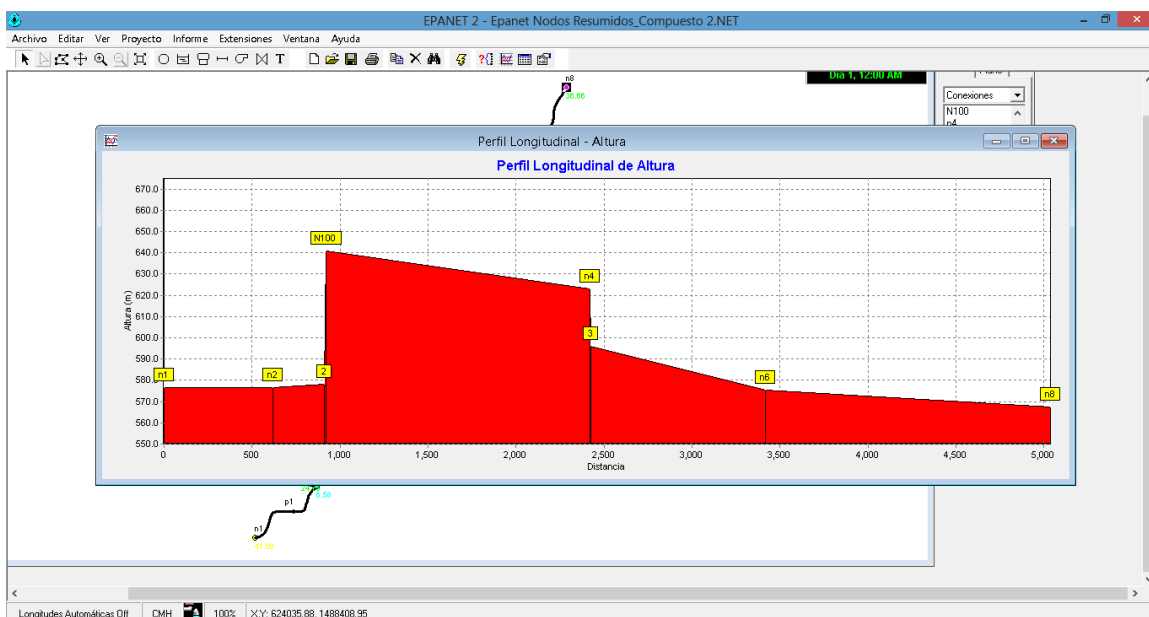
Fuente: Programa EPANET, Elaboración propia

Tabla 21 Velocidades en las tuberías, caso "CMH"

ID Línea	Longitud M	Diámetro Mm	Caudal m ³ /h	Velocidad m/s
Ramal 1	713.90	37.50	0.16	0.04
Ramal 2	137.60	37.50	0.10	0.03
Ramal 3	307.20	37.50	1.70	0.43
Ramal 5	191.20	37.50	0.16	0.04
Ramal 3	1059.00	37.50	3.19	0.80
Ramal 4	1940.00	37.50	1.38	0.35
Ramal 6	93.67	37.50	0.05	0.01
Ramal 7	1665.00	50.00	4.95	0.70
Tubería 1	241.51	50.00	6.65	0.94
Caja 1	No Disponible	37.50	1.70	0.43
Caja 2	No Disponible	37.50	3.19	0.80

Fuente: Programa EPANET, Elaboración propia

Figura 5 Línea de gradiente hidráulico



7.10.4 Accesorios

Para un funcionamiento óptimo en la red de distribución es necesario la anexión y distribución de una variedad de accesorios, los cuales se describen a continuación:

Tabla 22 Ubicación de accesorios

Accesorio	Estación	Ramal
Válvula de Limpieza	0+106.56	1
	3+970.10	7
	4+352.63	7
	5+058.26	7
Válvula de Aire	0+388.19	1
	0+632.63	1
	4+274.89	7
	4+881.87	7
	5+107.32	7

Accesorio	Estación	Ramal
Codos de 45°	0+252.93	1
	0+478.61	1
	0+501.30	1
	1+412.65	3
	2+702.10	4
	4+170.44	7
	4+236.75	7
Cajas Rompe Presión	1+018.00	3
	2+690.00	4

Fuente: Elaboración propia

7.10.4 Cajas rompe presión

El dimensionamiento de la cámara rompe presión, se realizó de acuerdo a los establecidos por Agüero Pittman, Roger (1997).

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 * \frac{(0.78)^2}{2(9.81)} = 0.04$$

H: Carga de agua o bien carga mínima de 30 cm.

$$H_T = 10\text{cm} + 30\text{cm} + 40\text{cm} = 80\text{cm}$$

7.11 Presupuesto

7.11.1 Costo y Presupuesto de las obras propuestas

El costo aproximado para la ejecución del proyecto el valor asciende a un monto en moneda nacional de C\$ 3, 778,298.55 (Tres millones setecientos setenta y ocho mil doscientos noventa y ocho con 55/100 córdobas), y su equivalente en dólar americano es US\$ 131,145.39 (Ciento treinta y un mil ciento cuarenta y cinco con 39/100 dólares americanos), utilizando una tasa de cambio de 28.81 (veintiocho con 81/100).

Tabla 23 Resumen del Costo y Presupuesto

No	Descripción	U/M	Cantidad	C. Total C\$
1.0	Preliminares	glb	1.00	74,054.60
2.0	Línea de conducción por bombeo	mts	290.17	50,825.76
3.0	Línea de Distribución	mts	6349.08	1,063,831.48
4.0	Tanque de Almacenamiento de Mampostería	glb	1.00	415,864.66
5.0	Fuentes y obras de pozo	c/u	1.00	760,819.38
6.0	Conexiones	c/u	117.00	107,209.94
7.0	Planta de Purificación	c/u	1.00	21,141.27
8.0	Limpieza y entrega	glb	1.00	15,000.00
Costo total directo		C\$		2,508,747.09
Gastos administrativos		%	5.00	125,437.35
Imprevistos		%	10.00	250,874.71
Utilidades		%	15.00	376,312.06
Sub-total		C\$		3,261,371.22
Impuesto al valor agregado (IVA)		%	15.00	489,205.68
Impuesto municipal		%	1.00	27,721.66
Costo total de la obra		C\$		3,778,298.55
Tasa de cambio		C\$/US\$	28.81	28.81
Costo total de la obra		US\$		131,145.39

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Costo}_{\text{Per-cápita}} = \frac{\text{Costo Proyecto}}{\text{Nº Beneficiarios}} = \frac{\text{C\$ } 3,778,298.55}{481} = \text{C\$ } 7,855.09$$

El costo per cápita del proyecto asciende a 7,855.09 córdobas, equivalente a \$272.65.

Los resultados de la memoria de cálculo del costo de inversión de esta obra, se muestran en el Take Off del proyecto, en Anexos 16 Take off de Presupuesto pág. xxii, el cual está conformado por ocho etapas con sus respectivas sub-etapas y actividades correspondientes.

7.11.2 Costo por metro cúbico

Para determinar la tarifa de agua potable, en primer lugar se determinaron los costos de operación y mantenimiento durante todo el período de diseño del proyecto, desglosados de la siguiente manera:

- Costo de Operación
 - Gastos de insumos (Hipoclorito de Calcio)
 - Gastos de energía
 - Imprevistos
- Costos de Mantenimiento
 - Mantenimiento de conexiones
 - Limpieza de predios y tanque
 - Reposición de bomba
 - Mantenimiento de tuberías

Una vez determinados los costos de operación y mantenimiento, se procedió a determinar el costo por metro cúbico de agua producida, considerando una pérdida del 20% y una recaudación del 85% del total de agua facturada.

El comité de agua potable deberá reajustar la tarifa cada cinco años.

Tabla 24 Tarifa propuesta

Consumo	Tarifa domiciliar	Tarifa comercial
0-7 m ³	10.41	13.53
7-10m ³	11.45	14.88
10 m ³ a más	12.59	16.37

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de la tarifa domiciliar para el primer rango ($0 - 7\text{m}^3$) corresponde al costo del quinto año de operación del sistema, para establecer las otras tarifas domiciliarias se aumentó en un 10% el costo del rango anterior. Cabe mencionar que para determinar la tarifa comercial se aumentó en un 30% la tarifa domiciliar. Estas tarifas deberán ser actualizadas por el comité de agua potable máximo cada cinco años (ver plan de estudio de tarifa Anexos 17 pág. xxvi).

Para contribuir al ahorro de agua potable se estratificaron las tarifas considerando un consumo máximo de 7 m^3 por familia al mes, tomando en cuenta una dotación de 60lppd, un índice de habitantes por vivienda de 4 personas, se obtiene un consumo mensual de 7.2 m^3 (redondeándose a 7 m^3), para determinar el siguiente estrato se consideró un índice de saturación de 6 habitantes por vivienda obteniéndose un consumo mensual de 10.2 m^3 (redondeándose a 10 m^3).

VIII. CONCLUSIONES

1. Por medio del diagnóstico socio económico realizado en la comunidad, se comprobó la necesidad del proyecto, la capacidad económica y la disponibilidad de la población para el pago del mantenimiento y operación del sistema.
2. El caudal que aportará la fuente estudiada es de 3.15 lps, lo que indica por la cercanía de estar en la misma microcuenca y por la geología de la zona, la fuente futura tendrá suficiente capacidad para abastecer a la población de la comunidad durante la vida útil del proyecto; ya que el caudal de consumo de máximo día demandado para el año 2016 es de 0.608 lps y para el final del período para el cual fue diseñado es de 1.128 lps.
3. Según los análisis de calidad de agua, la fuente de agua estudiada cumple con los requisitos de la norma Rural del INAA (NTON 09001-99), por lo tanto se considera que debido a la cercanía con el nuevo punto de excavación este cumplirá satisfactoriamente con los mismos requisitos; por tanto el tratamiento que requiere es desinfección por cloro, con un volumen de 7.88 lts/día en el primer año para una dosis de 1.5 mg/lit de Hipoclorito de Calcio.
4. Según la configuración del terreno y las condiciones de las fuentes de agua, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable utilizado es “Bomba-Tanque-Red” el cual se basó en dos factores importantes: la optimización de recursos económicos y la selección de la alternativa más viable hidráulica y técnicamente de acuerdo a las características que posee la zona del proyecto.
5. Para el respectivo análisis hidráulico de la línea de conducción y red de distribución se evaluó con el software EPANET, el cual presentó puntos con presiones arriba del rango permitido por la norma rural del INAA; solucionando esto con la instalación de pilas rompe presión. También se instalaron válvulas de aire y vacío en puntos mayormente conocidos como

cresta, y válvulas de limpieza en los puntos conocidos como columpio; evitando así obstrucción en la tubería. Todos estos accesorios garantizan que los elementos hidráulicos funcionen, así obteniéndose presiones dentro del rango que permite la norma rural de INAA.

Se considera que las obras propuestas son suficientes para garantizar el abastecimiento de agua a las comunidades; cumpliendo así con cada uno de nuestros objetivos.

8.1 Recomendaciones

1. Capacitar a toda la población beneficiada en cuanto a la administración, operación y mantenimiento del nuevo sistema de agua potable, así como realizar campañas de educación ambiental basadas en la importancia del buen uso del agua.
2. Para asegurar mayor vida útil y el correcto funcionamiento de las obras, se deben realizar mantenimientos preventivos y periódicos al sistema de abastecimiento de agua potable, y de esta forma optimizar recursos para evitar el mantenimiento correctivo.
3. Realizar dos pruebas de calidad de agua: físico - químico, arsénico, coliformes fecales y totales para verificar que se está cumpliendo con las normas rurales de INAA; éstas se incluyeron en el presupuesto de las obras a contratar. El supervisor deberá garantizar que el contratista realice una prueba de calidad de agua al realizar la prueba de bombeo y al final cuando concluyan las obras, con el objetivo de ratificar que el agua que se va suministrar a la comunidad es potable y es apta para consumo humano.
4. Promover la reforestación en toda la zona, principalmente en los puntos aledaños al pozo.
5. Para garantizar una aproximación real del costo total del proyecto para su debida ejecución, se deben realizar actualizaciones de precios de los diferentes materiales que intervienen en la obra; debido a las fluctuaciones existentes en el mercado.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, R. P. (03 de julio de 2016). *Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistema de Abatecimiento por Gravedad sin Tratamiento*. Obtenido de https://www.academia.edu/11124658/agua_potable
- Alvarado, C. (2003). *Informe Leptospirosis*. Managua.
- Blandón, D., & Fuentes, H. (2014). *Estudios Hidrogeológico de las Comunidades Zompopera y El Bojazo*. Pantasma: Alcaldía de Pantasma.
- Caldera, M. A. (2012). *Protocolo de Monografía: Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad el Carril, municipio de San Rafael del Norte, departamento de Jinotega*. Estelí.
- CIRA/UNAN. (10 de feb de 2016). *Centro para la investigación en recursos acuáticos en Nicaragua*. Obtenido de <http://www.cira-unan.edu.ni/index.php?s=1>
- Corrios Caldera, M. A. (2014). *Monografía Diseño de Abastecimiento de Agua Potable en la comunidad El Carril, Municipio de San Rafael del Norte Departamento de Jinotega*. Managua: UNI.
- Direccion de Salud Ambiental y epidemiologica-MINSA. (2000). *Informe de proyectos Direccion de Salud Ambiental y epidemiologica*. Managua: Minsa.
- Enacal. (23 de Enero de 2016). *Empresa Nacional de acueductos y alcantarillados*. Obtenido de <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf2/terc/MDSAPfapp.pdf>

- Lanuza, R. B. (2007). *Protocolo de Tesina: Diseño de Abastecimiento de agua Potable de la comunidades Santa Isabel y el Zapote, San Sebastián de Yalí, Jinotega*. Managua.
- M.E, B. (2014). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria I* . Managua: UNI.
- MINSA. (2004). *Analisis Sectorial del agua potable y Saneamiento en Nicaragua*. Managua.
- MINSA. (2005). *Geografía y Salud*. Managua: Minsa.
- Nuevo Fise. (2007). *Manual de administración del Ciclo de Proyecto Municipal (MACPM)*. En N. Fise. Managua: Nuevo Fise.
- Organización Mundial de la Salud. (20 de Enero de 2016). *OMS*. Obtenido de <http://www.who.int/gho/publications/es/>
- Servicio de Geología de los Estados Unidos de América. (26 de Enero de 2016). *US geological Survey*. Obtenido de <http://www.usgs.gov/>

X. ANEXOS

Anexos 1 Tabla de dotaciones en zona rural del INAA

TIPO DE CONEXIÓN	DOTACIÓN (lppd)
Puesto público	30-40
Conexiones de Patio	50-60
Pozo excavados a mano y pozos perforados	20-30

Fuente: Norma Rural del INAA

Anexos 2 Parámetros físicos-químicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máx. admisible
Temperatura	° c	18 a 30	-
Iones hidrógeno	pH	6.5 – 8.5 ⁽¹⁾	
Cloro residual	mg/l	0.5 – 1.0	-2
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	-
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	-
Cobre	mg/l	1	2
Magnesio	mg/l MgCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sólidos Totales Disueltos	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3

Fuente: Norma Rural del INAA

Anexos 3 Parámetros organolépticos

Parámetros Organolépticos			
Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color Verdadero	mg/l (ptCo)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor de dilución	0	2 a 12°c
			13° a 25°c
Sabor	Factor Dilución	0	2 a 12° C
			3 a 25 ° C

Fuente: Norma Rural del INAA

Anexos 4 Parámetros biológicos y microbiológicos

Parámetros Biológicos y Microbiológicos			
Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Agua distribuida en tuberías:			
Agua sometida a tratamiento que entra al sistema de distribución:			
Bacterias coniformes fecales	NMP/100 ml	0	Turbiedad para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre, después de 30 minutos de contactos
	NMP/100 ml	0	
Agua no so metida a tratamiento que entra al sistema de distribución			
Bacterias coniformes fecales	NMP/100 ml	0	El 98% de las muestras examinadas durante el año en grandes sistemas y se examinan suficientes muestras
Bacterias coliformes	NMP/100 ml	0	
Bacterias coliformes fecales	NMP/100 ml	3	Ocasionalmente en algunas muestras pero no en muestras consecutivas

Fuente: Norma Rural del INAA

- (1) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.
- (2) 5 mg/l en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

Anexos 5 Análisis de calidad de agua



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				MP1411- 0096	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Dimas Jesús Blandón		Bo. Villa El Carmen, De la Iglesia Cat. 1/2c. al Norte, Jinotega		2782-5225	
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR	
Dimas Jesús Blandón		Consultor	djblandon@yahoo.es	8665-2012	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	09/12/2014	1971	Tres (3)
01/12/2014	04/12/2014	04/12/2014			
Fecha y Hora de Muestreo			28/11/2014; 06:00 a.m		
Muestreado por			Dimas Jesús Blandón		
Supervisor de Muestreo en Campo			Dimas Jesús Blandón		
Fuente			Pozo El Bojoso		
Tipo de muestra			Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación			NR		
Coordenadas			NR		
Codificación PIENSA			LA -1411- 0758		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		
G.H	Arsénico	mg/L	PUNTO DE MUESTREO 1		
			< 0.001		
			Norma CAPRE*		
			0.01		

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta ND=No Detectado
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency
* Norma regional de calidad del agua para consumo humano
G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENATOR

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

(Firma)
Ph.D. Ing. Leandro Párramo Aguilera
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Programa de Investigación Estudios Nacionales y Servicios Ambientales



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

FQAN1412-0147

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO
Dimas Jesus Blandon		Barrio Villa El Carmen, de la Iglesia Cat. 1/2 c. Norte, Jinotega		27825225
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR
Dimas Jesus Blandon		Consultor	djblandon@yahoo.es	88652012
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA
01/12/2014	02/12/2014	10/12/2014	10/12/2014	1971
Fecha y Hora de Muestreo		28/11/2014 06:00 a.m.		
Muestreado por		Dimas Jesus Blandon		
Supervisor de Muestreo en Campo		Dimas Jesus Blandon		
Fuente		Pozo El Bojoso		
Tipo de muestra		Agua Subterránea		
Observaciones de Ubicación		NR		
Coordenadas		NR		
Codificación PIENSA		LA-1411-0758		
METODO SM # EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1	Rango o valor máximo permisible Norma CAPRE*
Visual	Aspecto	NE	Claro	NE
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.42	6.5 - 8.5
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	409.00	400
2130-B	Turbiedad	NTU	0.032	5
2120-C	Color Verdadero	UC	< 1.00	15
2320-B	Alcalinidad	mg/l	214.62	NE
2320-B	Carbonatos	mg/l	< 0.1	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/l	214.62	NE
4500-D	Nitratos	mg/l	2.34	50
4500-B	Nitritos	mg/l	< 0.009	0.1
4500-D	Cloruros	mg/l	11.60	250
3500-B	Hierro Total	mg/l	0.040	0.3
4500-D	Sulfatos	mg/l	5.76	250
2340-C	Dureza total	mg/l	170.98	400
2340-C	Dureza Calcica	mg/l	148.93	NE
3500-B	Calcio	mg/l	59.69	100
3500-B	Magnesio	mg/l	5.36	50
3500-B	Manganeso	mg/l	< 0.02	0.5
3500-X	Sodio	mg/l	18.00	200
3500-C	Potasio	mg/l	3.66	10
4500-F	Cianuro	mg/l	< 0.02	0.05
4500-C	Fluor	mg/l	0.412	0.7

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva
<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma. NR= No Reporta. PMS=Poca Materia en Suspensión
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency
* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados reportados corresponden a los análisis solicitados por el cliente

COORDINACIÓN TÉCNICA
PhD. Leandro Parame Aguirre
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaro que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad de la información

Telefax: (505) 2278-1462 • Teléfono: (505) 2270-5613 / 2270-1517 • Atención al Cliente: 8152 7314, Lab.: 8100 0421
Email: piensa@uni.edu.ni • Web: www.piensa.uni.edu.ni • Managua, Nicaragua.

0001518



LABORATORIO AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MB1411-0122

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN:		TELEFONO
Dimas Jesús Blandón		Bo. Villa El Carmen, de la iglesia Católica ½ C al norte, Jinotega		27825225
ATENCIÓN:		CARGO:	EMAIL:	CELULAR
Dimas Jesús Blandón		Consultor	jblandon@yahoo.es	86652012
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO				
INGRESO:	INICIO DE ANALISIS:	FINAL DE ANALISIS:	FECHA DE EMISION DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA
28/11/2014	28/11/2014	02/12/2014	10/12/2014	1971
Fecha y Hora de Muestreo		28/11/14, 6.00 A.M		
Supervisor y muestreo de campo		Dimas Jesús Blandón		
Muestreado por		Dimas Jesús Blandón		
Fuente		Pozo El Bojoso		
Tipo de muestra		Agua subterránea		
Coordenadas		NR		
Observaciones de Ubicación		NR		
Codificación PIENSA		LA-1411-0758		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION	Norma CAPRE*
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	2.0	Neg
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	2.0	Neg

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.
<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo
Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th 2005 EPA = Environmental Protection Agency

* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los estándares por el cliente


Ph.D. Leonardo Páramo Aguilera
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA/UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio se reserva los derechos de confidencialidad e imparcialidad del informe.

Anexos 6 Aplicación de solución de cloro

Especificaciones técnicas utilizadas en la preparación de la solución de cloro						
Dosis de cloro residual:		d=	1.5	mg/lit		
Concentración Comercial:		Con,Cloro	70%	Con.Sol= 1%		
Año	CMD (gpm)	Vol.Cloro 1.5mg/L	Hipoclorito de calcio		Volumen de Solución	Gasto de entrega de cloro gotas/minuto VI V x 20000 /1440
		(gr/día)	(gr/día)	lbs/día	lts/día	
	I	II	III	IV	V	
		$5.45 \times I \times d$	II/Conc.	III / 453.593	II/1000 x 100/ (1% x 100)	
2017	9.93	81.19	115.99	0.26	8.12	113
2018	10.25	83.81	119.73	0.26	8.38	116
2019	10.57	86.43	123.48	0.27	8.64	120
2020	10.89	89.05	127.22	0.28	8.91	124
2021	11.23	91.83	131.19	0.29	9.18	128
2022	11.59	94.78	135.40	0.30	9.48	132
2023	11.95	97.73	139.61	0.31	9.77	136
2024	12.33	100.84	144.05	0.32	10.08	140
2025	12.72	103.95	148.50	0.33	10.39	144
2026	13.12	107.22	153.17	0.34	10.72	149
2027	13.54	110.66	158.09	0.35	11.07	154
2028	13.96	114.10	163.00	0.36	11.41	158
2029	14.40	117.70	168.14	0.37	11.77	163
2030	14.86	121.46	173.52	0.38	12.15	169
2031	15.32	125.23	178.90	0.39	12.52	174
2032	15.80	129.16	184.51	0.41	12.92	179
2033	16.30	133.25	190.36	0.42	13.33	185
2034	16.80	137.34	196.20	0.43	13.73	191
2035	17.32	141.60	202.28	0.45	14.16	197
2036	17.88	146.18	208.83	0.46	14.62	203
2037	18.44	150.78	215.40	0.47	15.08	209

Fuente: Elaboración propias

Anexos 7 Estudios de suelos



INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

Estudio Geotécnicos para Construcciones Verticales y Horizontales,

Análisis y Control de Calidad de Materiales de Construcción

Managua, 11 de Diciembre de 2014

Ingeniero
Dimas Blandón
Su Oficina

Estimado Ing. Blandón:

Atendiendo su solicitud se efectuaron ensayos de Clasificación (Granulometría, Límites de Atterberg) y C.B.R. en muestras que nos envió a nuestro Laboratorio para ser utilizadas en el Proyecto: Agua y Saneamiento Sompopera-El Bojazo, Santa María de Pantasma.

De acuerdo a los resultados obtenidos el Material analizado clasifica como Arenas Arcillosas (SC), con Valores de CBR de 20 y 16 para 95% de Compactación para el Tanque y Captación (Pozo) respectivamente. Al establecer correlación con la Prueba de Penetración Estándar (SPT) se obtiene:

CBR	Número de Golpes (N) SPT	Presión Admisible (Kg/cm ²)	
		Zapata Continua	Zapata Cuadrada
20	12	0.60	0.50
16	18	0.70	0.60

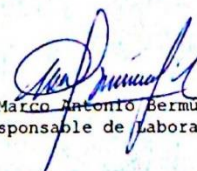
En base a lo anterior y tomando en cuenta sus observaciones, de que el material predominante, en un Espesor de 1.50 m ó más, por debajo del sitio de ubicación del Tanque y Captación (Pozo) se recomienda Cimentar a 0.50 m. con una Presión Admisible de 0.5 kg/cm², debiéndose mejorar con Material Selecto en un Espesor de 1.00 m. por debajo de la Cimentación proyectada colocado en capas no mayores de 15 cm compactadas al 95% del Proctor Estándar, esperando obtener una presión Admisible de 3.00 kg/cm². El mejoramiento anteriormente indicado debe abarcar al menos un metro adicional, en todo el perímetro de las dimensiones del Tanque y Captación (Pozo) proyectado.

Como Material Selecto puede ser utilizado el Banco Sompopera.

Finalmente se recomienda dotar al Tanque y Captación (Pozo) a construir de las obras de drenaje necesario a fin de evitar el estancamiento de agua que podría afectar su estabilidad.

Sin más a que hacer referencia, le saluda.

Atentamente,


Marco Antonio Bermúdez
Responsable de Laboratorio



INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

INFORME DE ENSAYES DE SUELOS

PROYECTO: AGUA Y SANEAMIENTO BOMPOPERA EL BOJAZO, SANTA MARIA DE PANTASMA.

ENSAYE	Tanque				
MUESTRA	1				
ESTACION					
DESVIACIÓN					
PROFUNDIDAD (cm)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

# QUE PASA TAMIZ	3"	100			
	2"	93			
	1 1/2"	88			
	1"	79			
	3/4"	74			
	3/8"	65			
	No. 4	57			
	No. 10	49			
	No. 40 (a)	24			
	No. 200 (b)	14			
Relación de Finos: (b)/(a)		0.58			

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido	29			
Índice de Plasticidad	12			

CLASIFICACION

Clasificación (H.R.B.)				
Clasificación (S.U.C.S.)	sc			
% C.B.R. (95%)	20			

ENSAYES ADICIONALES

Peso Volum. Seco Suelto (Kg/m³)	1400			
Peso Volum. Seco Varillado (kg/m³)	1540			
Peso Volum. Seco Máximo (kg/m³)	1838			
Humedad Óptima (%)	12.0			
Factor de Abundamiento (%)	1.31			

OBSERVACIONES:

[Handwritten Signature]



INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: AGUA Y SANEAMIENTO SOMPOPERA-EL BOJAZO, SANTA MARIA DE PANTASMA.

CAMINO:

ENSAYE No.

EFFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1

CALCULO: M.B.

COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Tanque El Bojazo

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	1/4"	3/8"	4"	10"	40"	200"
% QUE PASA	74	65	57	49	24	14

LIMITE LIQUIDO 29

INDICE DE PLASTICIDAD 12

CLASIFICACION S.U.C.S. SC

EQUIVALENTE DE ARENA

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1838 kgs/m ³
HUMEDAD OPTIMA	12.0 %

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kgs/m ³)		1746	
C.B.R. SATURADO		20	
HINCHAMIENTO (%)		0.13	
TIEMPO DE SATURACION (horas)		96	
OBSERVACIONES:			

[Handwritten Signature]

[Circular Stamp: INGENIERIA MECANICA, GERENCIA GENERAL, MANAGUA, C.R.]

INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

INFORME DE ENSAYES DE SUELOS

PROYECTO: AGUA Y SANEAMIENTO SOMPOPERA-EL BOJAZO, SANTA MARIA DE PANTASMA.

ENSAYE	Captación (Pozo)				
MUESTRA	1				
ESTACION					
DESVIACIÓN					
PROFUNDIDAD (cm)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ	3"				
	2"				
	1 1/2"				
	1"				
	3/4"				
	3/8"				
	No. 4	100			
	No. 10	97			
	No. 40 (a)	67			
	No. 200 (b)	39			
Relación de Finos:	(b)/(a)	0.58			

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido	20				
Índice de Plasticidad	2				

CLASIFICACION

Clasificación (H.R.B.)					
Clasificación (S.U.C.S.)	SC				
% C.B.R. (95%)	16				

ENSAYES ADICIONALES

Peso Volum. Seco Suelto (Kg/m³)	1380				
Peso Volum. Seco Varillado (kg/m³)	1532				
Peso Volum. Seco Máximo (kg/m³)	1833				
Humedad Optima (%)	12.3				
Factor de Abundamiento (%)	1.33				

OBSERVACIONES:

[Handwritten Signature]

[Circular Stamp: INGENIERIA MECANICA, GEN., MANAGUA, 1971]

INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: AGUA Y SANEAMIENTO SOMPOPERA-EL BOJAZO, SANTA MARÍA DE PANTASMA.

CAMINO:

ENSAYE No.

EFFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1

CALCULO: M.B.

COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Captación (Pozo)

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	3/4"	3/8"	4"	10"	40"	200"
% QUE PASA			100	97	67	39

LIMITE LIQUIDO 20

INDICE DE PLASTICIDAD 2

CLASIFICACION S.U.C.S. SC

EQUIVALENTE DE ARENA

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR	ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1833	kgs/m ³
HUMEDAD OPTIMA	12.3	%

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kgs/m ³)		1741	
C.B.R. SATURADO		16	
HINCHAMIENTO (%)		0.24	
TIEMPO DE SATURACION (horas)		96	
OBSERVACIONES:			

[Handwritten signature]



INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

INFORME DE ENSAYES DE SUELOS

PROYECTO: AGUA Y SANEAMIENTO SOMPOPERA-EL BOJAZO, SANTA MARÍA DE PANTASMA.

ENSAYE	Banco Sompopera				
MUESTRA	1				
ESTACION					
DESVIACIÓN					
PROFUNDIDAD (cm)					
SONDEO					

GRANULOMETRIA

% QUE PASA TAMIZ	3"				
	2"				
	1 1/2"	100			
	1"	94			
	3/4"	80			
	3/8"	46			
	No. 4	22			
	No. 10	13			
	No. 40 (a)	8			
	No. 200 (b)	5			
Relación de Finos:	(b)/(a)	0.63			

LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido	32				
Índice de Plasticidad	12				

CLASIFICACION

Clasificación (H.R.B.)	A-2-				
	6(0)				
Clasificación (S.U.C.S.)	GP				
% C.B.R. (95%)	20				

ENSAYES ADICIONALES

Peso Volum. Seco Suelto (Kg/m³)	1362				
Peso Volum. Seco Varillado (kg/m³)	1521				
Peso Volum. Seco Máximo (kg/m³)	1812				
Humedad Optima (%)	5.7				
Factor de Abundamiento (%)	1.33				

OBSERVACIONES:

[Handwritten Signature]



INGENIERIA MECANICA DE SUELOS, S.A.

INFORME DE PRUEBAS DE C.B.R. SATURADO

PROYECTO: AGUA Y SANEAMIENTO SOMPOPERA-EL BOJAZO, SANTA MARIA DE PANTASMA.

CAMINO:

ENSAYE No.

EFFECTUADO POR: O.C.

MUESTRA No. 1

CALCULO: M.B.

COTEJO: M.B.

FUENTE DEL MATERIAL: Banco Sompopera

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL

TAMIZ	3/4"	3/8"	4"	10"	40"	200"
% QUE PASA	80	46	22	13	8	5

LIMITE LIQUIDO 32

INDICE DE PLASTICIDAD 12

CLASIFICACION S.U.C.S. GP

EQUIVALENTE DE ARENA

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MÁXIMO	1812 kgs/m ³
HUMEDAD OPTIMA	5.7 %

PRUEBAS DE C.B.R. SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO:	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM. SECO (kgs/m ³)		1721	
C.B.R. SATURADO		20	
HINCHAMIENTO (%)		0.08	
TIEMPO DE SATURACION (horas)		96	

OBSERVACIONES:

[Handwritten Signature]

I.M.S.
GERENCIA GENERAL
MANAGUA, GUATEMALA

Anexos 8 Análisis económico para la tubería de 1.0 pulg

Análisis Económico diámetro de tubería:				1 plg		Tasa de interés:		12.00%			Pérdida en la descarga (mca)			CTD (pies)			Potencia calculada (HP)			Potencia comercial (HP)			CAE (C\$)						AÑO	VALOR PRESENTE CAE (C\$)		
AÑO	CMD		CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)			CARGA ESTÁTICA (mca)	Longitud Equivalente Acc. HF (m)	Longitud Línea de conducción (m)	Pérdida en la columna de succión	Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo						Horas de Bombeo				
			Horas de Bombeo							Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo													
	gpm	m³/s	12	14	16					12	14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12		14	16	
2017	9.93	0.000627	0.001253	0.001074	0.000940	111.57	10.80	290.17	2.16	82.09	61.72	48.21	642.31	575.50	531.19	4.60	3.53	2.85	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	0	C\$84,742.50	C\$98,866.25	C\$67,794.00				
2018	10.25	0.000647	0.001294	0.001109	0.000970	111.57	10.80	290.17	2.16	87.06	65.46	51.13	658.60	587.75	540.75	4.87	3.73	3.00	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	1	C\$75,662.95	C\$88,273.44	C\$100,883.93				
2019	10.57	0.000667	0.001334	0.001143	0.001001	111.57	10.80	290.17	2.16	92.16	69.29	54.13	675.33	600.33	550.58	5.15	3.93	3.15	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	2	C\$94,578.68	C\$78,815.57	C\$90,074.93				
2020	10.89	0.000687	0.001375	0.001178	0.001031	111.57	10.80	290.17	2.16	97.39	73.23	57.20	692.49	613.23	560.66	5.44	4.13	3.30	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	3	C\$84,445.25	C\$70,371.04	C\$80,424.05				
2021	11.23	0.000709	0.001417	0.001215	0.001063	111.57	10.80	290.17	2.16	103.10	77.52	60.55	711.20	627.30	571.65	5.76	4.36	3.47	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	4	C\$75,397.55	C\$62,831.29	C\$71,807.19				
2022	11.59	0.000731	0.001463	0.001254	0.001097	111.57	10.80	290.17	2.16	109.30	82.18	64.19	731.55	642.60	583.60	6.12	4.61	3.66	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	5	C\$67,319.24	C\$56,099.36	C\$64,113.56				
2023	11.95	0.000754	0.001508	0.001293	0.001131	111.57	10.80	290.17	2.16	115.67	86.97	67.93	752.44	658.30	595.87	6.49	4.87	3.85	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	6	C\$60,106.46	C\$50,088.72	C\$57,244.25				
2024	12.33	0.000778	0.001556	0.001334	0.001167	111.57	10.80	290.17	2.16	122.57	92.16	71.99	775.08	675.33	609.16	6.90	5.15	4.07	7	7	5	C\$ 118,639.50	C\$ 138,412.75	C\$ 112,990.00	7	C\$53,666.48	C\$62,610.90	C\$51,110.94				
2025	12.72	0.000802	0.001604	0.001375	0.001203	111.57	10.80	290.17	2.16	129.66	97.49	76.15	798.32	692.80	622.81	7.32	5.45	4.29	10	7	5	C\$ 169,485.00	C\$ 138,412.75	C\$ 112,990.00	8	C\$68,452.15	C\$55,902.59	C\$45,634.77				
2026	13.12	0.000827	0.001655	0.001419	0.001241	111.57	10.80	290.17	2.16	137.31	103.24	80.64	823.43	711.68	637.56	7.79	5.77	4.52	10	7	5	C\$ 169,485.00	C\$ 138,412.75	C\$ 112,990.00	9	C\$61,117.99	C\$49,913.02	C\$40,745.33				
2027	13.54	0.000854	0.001708	0.001464	0.001281	111.57	10.80	290.17	2.16	145.57	109.45	85.49	850.51	732.04	653.46	8.31	6.13	4.79	10	7	5	C\$ 169,485.00	C\$ 138,412.75	C\$ 112,990.00	10	C\$54,569.63	C\$44,565.20	C\$36,379.76				
2028	13.96	0.000881	0.001761	0.001510	0.001321	111.57	10.80	290.17	2.16	154.04	115.82	90.47	878.31	752.94	669.79	8.84	6.50	5.06	10	7	7	C\$ 169,485.00	C\$ 138,412.75	C\$ 158,186.00	11	C\$48,722.89	C\$39,790.36	C\$45,474.69				
2029	14.40	0.000908	0.001817	0.001557	0.001363	111.57	10.80	290.17	2.16	163.16	122.68	95.82	908.21	775.42	687.35	9.43	6.90	5.36	10	7	7	C\$ 169,485.00	C\$ 138,412.75	C\$ 158,186.00	12	C\$43,502.58	C\$35,527.10	C\$40,602.41				
2030	14.84	0.000936	0.001872	0.001605	0.001404	111.57	10.80	290.17	2.16	172.52	129.71	101.32	938.90	798.50	705.37	10.05	7.33	5.66	15	10	7	C\$ 254,227.50	C\$ 197,732.50	C\$ 158,186.00	13	C\$58,262.38	C\$45,315.18	C\$36,252.15				
2031	15.32	0.000966	0.001933	0.001657	0.001450	111.57	10.80	290.17	2.16	182.99	137.59	107.47	973.27	824.34	725.56	10.76	7.81	6.01	15	10	7	C\$ 254,227.50	C\$ 197,732.50	C\$ 158,186.00	14	C\$52,019.98	C\$40,459.99	C\$32,367.99				
2032	15.80	0.000997	0.001994	0.001709	0.001495	111.57	10.80	290.17	2.16	193.76	145.68	113.79	1,008.57	850.88	746.29	11.50	8.31	6.38	15	10	7	C\$ 254,227.50	C\$ 197,732.50	C\$ 158,186.00	15	C\$46,446.41	C\$36,124.99	C\$28,899.99				
2033	16.28	0.001027	0.002054	0.001761	0.001541	111.57	10.80	290.17	2.16	204.80	153.99	120.28	1,044.79	878.12	767.57	12.27	8.84	6.76	15	10	7	C\$ 254,227.50	C\$ 197,732.50	C\$ 158,186.00	16	C\$41,470.01	C\$32,254.45	C\$25,803.56				
2034	16.80	0.001060	0.002120	0.001817	0.001590	111.57	10.80	290.17	2.16	217.08	163.22	127.49	1,085.08	908.41	791.22	13.15	9.44	7.19	15	10	10	C\$ 254,227.50	C\$ 197,732.50	C\$ 225,980.00	17	C\$37,026.80	C\$28,798.62	C\$32,912.71				
2035	17.32	0.001093	0.002186	0.001873	0.001639	111.57	10.80	290.17	2.16	229.69	172.70	134.90	1,126.43	939.50	815.51	14.08	10.06	7.64	15	15	10	C\$ 254,227.50	C\$ 296,598.74	C\$ 225,980.00	18	C\$33,059.64	C\$38,569.58	C\$29,386.35				
2036	17.86	0.001127	0.002254	0.001932	0.001690	111.57	10.80	290.17	2.16	243.13	182.80	142.79	1,170.51	972.65	841.40	15.08	10.74	8.13	20	15	10	C\$ 338,969.99	C\$ 296,598.74	C\$ 225,980.00	19	C\$39,356.71	C\$34,437.12	C\$26,237.81				
2037	18.44	0.001164	0.002327	0.001995	0.001745	111.57	10.80	290.17	2.16	257.96	193.95	151.50	1,219.14	1,009.21	869.96	16.22	11.51	8.68	20	15	10	C\$ 338,969.99	C\$ 296,598.74	C\$ 225,980.00	20	C\$35,139.92	C\$30,747.43	C\$23,426.62				
																							VALOR PRESENTE DEL CAE						C\$1,215,078.20	C\$1,080,376.20	C\$1,027,592.96	
																							VALOR DE LA INVERSION DE LA LINEA DE CONDUCCION						C\$10,846.55	C\$10,846.55	C\$10,846.55	
																							VALOR TOTAL						C\$1,225,924.75	C\$1,091,222.75	C\$1,038,439.51	

Anexos 9 Análisis económico para la tubería de 1.5 pulg

Análisis Económico diámetro de tubería:				1.5 plg		Tasa de interés:		12.00%			Pérdida en la descarga (mca)			CTD (pies)			Potencia calculada (HP)			Potencia comercial (HP)			CAE (C\$)						AÑO	VALOR PRESENTE CAE (C\$)		
AÑO	CVD		CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)			CARGA ESTÁTICA (mca)	Longitud Equivalente Acc. HF (m)	Longitud Línea de conducción (m)	Pérdida en la columna de succión	Horas de Bombeo																						
			Horas de Bombeo							Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo																
	gpm	m³/s	12	14	16					12	14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12		14	16	
2017	9.93	0.000627	0.001253	0.001074	0.000940	111.57	16.40	290.17	2.16	11.61	8.73	6.82	411.13	401.68	395.42	2.95	2.47	2.13	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	0	C\$50,845.50	C\$59,319.75	C\$67,794.00				
2018	10.25	0.000647	0.001294	0.001109	0.000970	111.57	16.40	290.17	2.16	12.31	9.26	7.23	413.44	403.42	396.77	3.06	2.56	2.20	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	1	C\$75,662.95	C\$52,964.06	C\$60,530.36				
2019	10.57	0.000667	0.001334	0.001143	0.001001	111.57	16.40	290.17	2.16	13.04	9.80	7.66	415.80	405.19	398.16	3.17	2.65	2.28	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	2	C\$67,556.20	C\$47,289.34	C\$54,044.96				
2020	10.89	0.000687	0.001375	0.001178	0.001031	111.57	16.40	290.17	2.16	13.78	10.36	8.09	418.23	407.02	399.58	3.29	2.74	2.36	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	3	C\$60,318.04	C\$42,222.63	C\$48,254.43				
2021	11.23	0.000709	0.001417	0.001215	0.001063	111.57	16.40	290.17	2.16	14.58	10.96	8.56	420.88	409.01	401.14	3.41	2.84	2.44	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	4	C\$53,855.39	C\$37,698.77	C\$43,084.31				
2022	11.59	0.000731	0.001463	0.001254	0.001097	111.57	16.40	290.17	2.16	15.46	11.62	9.08	423.76	411.17	402.83	3.54	2.95	2.53	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	5	C\$48,085.17	C\$33,659.62	C\$38,468.14				
2023	11.95	0.000754	0.001508	0.001293	0.001131	111.57	16.40	290.17	2.16	16.36	12.30	9.61	426.71	413.40	404.56	3.68	3.06	2.62	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	6	C\$42,933.19	C\$50,088.72	C\$34,346.55				
2024	12.33	0.000778	0.001556	0.001334	0.001167	111.57	16.40	290.17	2.16	17.34	13.04	10.18	429.91	415.80	406.44	3.83	3.17	2.71	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	7	C\$38,333.20	C\$44,722.07	C\$30,666.56				
2025	12.72	0.000802	0.001604	0.001375	0.001203	111.57	16.40	290.17	2.16	18.34	13.79	10.77	433.20	418.28	408.38	3.97	3.29	2.81	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	8	C\$34,226.07	C\$39,930.42	C\$27,380.86				
2026	13.12	0.000827	0.001655	0.001419	0.001241	111.57	16.40	290.17	2.16	19.42	14.60	11.41	436.75	420.95	410.46	4.13	3.41	2.91	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	9	C\$30,558.99	C\$35,652.16	C\$24,447.20				
2027	13.54	0.000854	0.001708	0.001464	0.001281	111.57	16.40	290.17	2.16	20.59	15.48	12.09	440.58	423.83	412.71	4.30	3.55	3.02	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	10	C\$27,284.82	C\$31,832.29	C\$36,379.76				
2028	13.96	0.000881	0.001761	0.001510	0.001321	111.57	16.40	290.17	2.16	21.79	16.38	12.80	444.52	426.78	415.02	4.48	3.68	3.13	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	11	C\$24,361.44	C\$28,421.68	C\$32,481.92				
2029	14.40	0.000908	0.001817	0.001557	0.001363	111.57	16.40	290.17	2.16	23.08	17.35	13.55	448.75	429.96	417.50	4.66	3.83	3.25	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	12	C\$21,751.29	C\$25,376.50	C\$29,001.72				
2030	14.84	0.000936	0.001872	0.001605	0.001404	111.57	16.40	290.17	2.16	24.40	18.35	14.33	453.09	433.23	420.05	4.85	3.98	3.37	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	13	C\$19,420.79	C\$22,657.59	C\$25,894.39				
2031	15.32	0.000966	0.001933	0.001657	0.001450	111.57	16.40	290.17	2.16	25.88	19.46	15.20	457.95	436.88	422.91	5.06	4.14	3.51	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	14	C\$24,275.99	C\$20,229.99	C\$23,119.99				
2032	15.80	0.000997	0.001994	0.001709	0.001495	111.57	16.40	290.17	2.16	27.41	20.61	16.10	462.94	440.64	425.84	5.28	4.31	3.64	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	15	C\$21,674.99	C\$18,062.49	C\$20,642.85				
2033	16.28	0.001027	0.002054	0.001761	0.001541	111.57	16.40	290.17	2.16	28.97	21.78	17.01	468.07	444.49	428.85	5.50	4.48	3.78	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	16	C\$19,352.67	C\$16,127.23	C\$18,431.12				
2034	16.80	0.001060	0.002120	0.001817	0.001590	111.57	16.40	290.17	2.16	30.71	23.09	18.03	473.76	448.77	432.20	5.74	4.66	3.93	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	17	C\$17,279.17	C\$14,399.31	C\$16,456.35				
2035	17.32	0.001093	0.002186	0.001873	0.001639	111.57	16.40	290.17	2.16	32.49	24.43	19.08	479.61	453.17	435.63	5.99	4.85	4.08	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	18	C\$15,427.83	C\$12,856.53	C\$14,693.17				
2036	17.86	0.001127	0.002254	0.001932	0.001690	111.57	16.40	290.17	2.16	34.39	25.86	20.20	485.85	457.86	439.30	6.26	5.06	4.25	7	7	5	C\$ 118,639.50	C\$ 138,412.75	C\$ 112,990.00	19	C\$13,774.85	C\$16,070.66	C\$13,118.90				
2037	18.44	0.001164	0.002327	0.001995	0.001745	111.57	16.40	290.17	2.16	36.49	27.43	21.43	492.73	463.03	443.34	6.56	5.28	4.42	7	7	5	C\$ 118,639.50	C\$ 138,412.75	C\$ 112,990.00	20	C\$12,298.97	C\$14,348.80	C\$11,713.31				
																							VALOR PRESENTE DEL CAE			C\$719,289.52	C\$663,944.61	C\$670,966.85				
																							VALOR DE LA INVERSION DE LA LINEA DE CONDUCCION			C\$28,059.44	C\$28,059.44	C\$28,059.44				
																							VALOR TOTAL			C\$747,348.96	C\$692,004.05	C\$699,026.29				

Anexos 10 Análisis económico para la tubería de 2.0 pulg

Análisis Económico diámetro de tubería:				2 plg		Tasa de interés:		12.00%				Pérdida en la descarga (mca)			CTD (pies)			Potencia calculada (HP)			Potencia comercial (HP)			CAE (C\$)			AÑO	VALOR PRESENTE CAE (C\$)									
AÑO	CMD		CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)			CARGA ESTÁTICA (mca)	Longitud Equivalente Acc. HF (m)	Longitud Línea de conducción (m)	Pérdida en la columna de conducción (mca)	Horas de Bombeo																					Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo
			12	14	16					12	14																	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16
2017	9.93	0.000627	0.001253	0.001074	0.000940	111.57	26.30	290.17	2.16	2.95	2.22	1.73	382.73	380.33	378.73	2.74	2.34	2.04	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	0	C\$50,845.50	C\$59,319.75	C\$67,794.00									
2018	10.25	0.000647	0.001294	0.001109	0.000970	111.57	21.60	290.17	2.16	3.09	2.32	1.81	383.17	380.65	378.99	2.83	2.41	2.10	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	1	C\$45,397.77	C\$52,964.06	C\$60,530.36									
2019	10.57	0.000667	0.001334	0.001143	0.001001	111.57	21.60	290.17	2.16	3.27	2.46	1.92	383.76	381.10	379.34	2.93	2.49	2.17	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	2	C\$40,533.72	C\$47,289.34	C\$54,044.96									
2020	10.89	0.000687	0.001375	0.001178	0.001031	111.57	21.60	290.17	2.16	3.45	2.59	2.03	384.37	381.56	379.69	3.02	2.57	2.24	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	3	C\$60,318.04	C\$42,222.63	C\$48,254.43									
2021	11.23	0.000709	0.001417	0.001215	0.001063	111.57	21.60	290.17	2.16	3.65	2.75	2.15	385.03	382.06	380.08	3.12	2.65	2.31	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	4	C\$53,855.39	C\$37,698.77	C\$43,084.31									
2022	11.59	0.000731	0.001463	0.001254	0.001097	111.57	21.60	290.17	2.16	3.87	2.91	2.27	385.75	382.60	380.51	3.23	2.74	2.39	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	5	C\$48,085.17	C\$33,659.62	C\$38,468.14									
2023	11.95	0.000754	0.001508	0.001293	0.001131	111.57	21.60	290.17	2.16	4.10	3.08	2.41	386.49	383.15	380.94	3.33	2.83	2.46	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	6	C\$42,933.19	C\$30,053.23	C\$34,346.55									
2024	12.33	0.000778	0.001556	0.001334	0.001167	111.57	21.60	290.17	2.16	4.34	3.27	2.55	387.29	383.76	381.41	3.45	2.93	2.55	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	7	C\$38,333.20	C\$26,833.24	C\$30,666.56									
2025	12.72	0.000802	0.001604	0.001375	0.001203	111.57	21.60	290.17	2.16	4.59	3.45	2.70	388.12	384.38	381.90	3.56	3.02	2.63	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	8	C\$34,226.07	C\$39,930.42	C\$27,380.86									
2026	13.12	0.000827	0.001655	0.001419	0.001241	111.57	21.60	290.17	2.16	4.87	3.66	2.86	389.01	385.05	382.42	3.68	3.12	2.71	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	9	C\$30,558.99	C\$35,652.16	C\$24,447.20									
2027	13.54	0.000854	0.001708	0.001464	0.001281	111.57	21.60	290.17	2.16	5.16	3.88	3.03	389.97	385.77	382.98	3.81	3.23	2.81	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	10	C\$27,284.82	C\$31,832.29	C\$21,827.85									
2028	13.96	0.000881	0.001761	0.001510	0.001321	111.57	21.60	290.17	2.16	5.46	4.10	3.21	390.95	386.51	383.56	3.94	3.34	2.90	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	11	C\$24,361.44	C\$28,421.68	C\$19,489.15									
2029	14.40	0.000908	0.001817	0.001557	0.001363	111.57	21.60	290.17	2.16	5.78	4.35	3.40	392.01	387.31	384.18	4.07	3.45	2.99	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	12	C\$21,751.29	C\$25,376.50	C\$17,401.03									
2030	14.84	0.000936	0.001872	0.001605	0.001404	111.57	21.60	290.17	2.16	6.11	4.60	3.59	393.10	388.12	384.82	4.21	3.56	3.09	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	13	C\$19,420.79	C\$22,657.59	C\$25,894.39									
2031	15.32	0.000966	0.001933	0.001657	0.001450	111.57	21.60	290.17	2.16	6.48	4.88	3.81	394.32	389.04	385.54	4.36	3.69	3.20	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	14	C\$17,339.99	C\$20,229.99	C\$23,119.99									
2032	15.80	0.000997	0.001994	0.001709	0.001495	111.57	21.60	290.17	2.16	6.87	5.16	4.03	395.57	389.98	386.27	4.51	3.81	3.30	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	15	C\$15,482.14	C\$18,062.49	C\$20,642.85									
2033	16.28	0.001027	0.002054	0.001761	0.001541	111.57	21.60	290.17	2.16	7.26	5.46	4.26	396.85	390.94	387.03	4.66	3.94	3.41	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	16	C\$13,823.34	C\$16,127.23	C\$18,431.12									
2034	16.80	0.001060	0.002120	0.001817	0.001590	111.57	21.60	290.17	2.16	7.69	5.78	4.52	398.28	392.02	387.87	4.83	4.07	3.53	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	17	C\$12,342.27	C\$14,399.31	C\$16,456.35									
2035	17.32	0.001093	0.002186	0.001873	0.001639	111.57	21.60	290.17	2.16	8.14	6.12	4.78	399.74	393.12	388.73	5.00	4.21	3.64	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	18	C\$11,019.88	C\$12,856.53	C\$14,693.17									
2036	17.86	0.001127	0.002254	0.001932	0.001690	111.57	21.60	290.17	2.16	8.62	6.48	5.06	401.31	394.29	389.64	5.17	4.36	3.77	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	19	C\$13,774.85	C\$11,479.04	C\$13,118.90									
2037	18.44	0.001164	0.002327	0.001995	0.001745	111.57	21.60	290.17	2.16	9.14	6.87	5.37	403.03	395.59	390.66	5.36	4.51	3.90	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	20	C\$12,298.97	C\$10,249.14	C\$11,713.31									
																						VALOR PRESENTE DEL CAE			C\$633,998.82	C\$617,329.02	C\$631,821.49										
																						VALOR DE LA INVERSION DE LA LINEA DE CONDUCCION			C\$23,838.57	C\$23,838.57	C\$23,838.57										
																						VALOR TOTAL			C\$657,837.39	C\$641,167.59	C\$655,660.06										

Anexos 11 Análisis económico para la tubería de 2.5 pulg

Análisis Económico diámetro de tubería:				2.5	plg	Tasa de interés:		12.00%		Pérdida en la descarga (mca)			CTD (pies)			Potencia calculada (HP)			Potencia comercial (HP)			CAE (C\$)			AÑO	VALOR PRESENTE CAE (C\$)											
AÑO	CMD		CAUDAL DE DISEÑO (m³/s)			CARGA ESTÁTICA (mca)	Longitud Equivalente Acc. HF (m)	Longitud Línea de conducción (m)	Pérdida en la columna de succión																				Horas de Bombeo			Horas de Bombeo			Horas de Bombeo		
			gpm	m³/s	12																					14	16	12	14	16	12	14	16	12	14	16	12
2017	9.93	0.000627	0.001253	0.001074	0.000940	111.57	26.30	290.17	2.16	1.00	0.75	0.58	376.31	375.50	374.96	2.70	2.31	2.02	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	0	C\$50,845.50	C\$59,319.75	C\$67,794.00									
2018	10.25	0.000647	0.001294	0.001109	0.000970	111.57	26.30	290.17	2.16	1.06	0.79	0.62	376.51	375.65	375.08	2.79	2.38	2.08	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	1	C\$45,397.77	C\$52,964.06	C\$60,530.36									
2019	10.57	0.000667	0.001334	0.001143	0.001001	111.57	26.30	290.17	2.16	1.12	0.84	0.66	376.71	375.80	375.20	2.87	2.46	2.15	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	2	C\$40,533.72	C\$47,289.34	C\$54,044.96									
2020	10.89	0.000687	0.001375	0.001178	0.001031	111.57	26.30	290.17	2.16	1.18	0.89	0.69	376.92	375.96	375.32	2.96	2.53	2.21	3	3	3	C\$ 50,845.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	3	C\$36,190.82	C\$42,222.63	C\$48,254.43									
2021	11.23	0.000709	0.001417	0.001215	0.001063	111.57	26.30	290.17	2.16	1.25	0.94	0.73	377.15	376.13	375.46	3.06	2.61	2.28	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	4	C\$53,855.39	C\$37,698.77	C\$43,084.31									
2022	11.59	0.000731	0.001463	0.001254	0.001097	111.57	26.30	290.17	2.16	1.33	1.00	0.78	377.39	376.32	375.60	3.16	2.70	2.36	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	5	C\$48,085.17	C\$33,659.62	C\$38,468.14									
2023	11.95	0.000754	0.001508	0.001293	0.001131	111.57	26.30	290.17	2.16	1.40	1.05	0.82	377.65	376.51	375.75	3.26	2.78	2.43	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	6	C\$42,933.19	C\$30,053.23	C\$34,346.55									
2024	12.33	0.000778	0.001556	0.001334	0.001167	111.57	26.30	290.17	2.16	1.49	1.12	0.87	377.92	376.71	375.91	3.36	2.87	2.51	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	7	C\$38,333.20	C\$26,833.24	C\$30,666.56									
2025	12.72	0.000802	0.001604	0.001375	0.001203	111.57	26.30	290.17	2.16	1.57	1.18	0.92	378.20	376.92	376.08	3.47	2.96	2.59	5	3	3	C\$ 84,742.50	C\$ 59,319.75	C\$ 67,794.00	8	C\$34,226.07	C\$23,958.25	C\$27,380.86									
2026	13.12	0.000827	0.001655	0.001419	0.001241	111.57	26.30	290.17	2.16	1.67	1.25	0.98	378.51	377.15	376.25	3.58	3.06	2.67	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	9	C\$30,558.99	C\$35,652.16	C\$24,447.20									
2027	13.54	0.000854	0.001708	0.001464	0.001281	111.57	26.30	290.17	2.16	1.77	1.33	1.04	378.84	377.40	376.45	3.70	3.16	2.76	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	10	C\$27,284.82	C\$31,832.29	C\$21,827.85									
2028	13.96	0.000881	0.001761	0.001510	0.001321	111.57	26.30	290.17	2.16	1.87	1.40	1.10	379.17	377.65	376.65	3.82	3.26	2.84	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	11	C\$24,361.44	C\$28,421.68	C\$19,489.15									
2029	14.40	0.000908	0.001817	0.001557	0.001363	111.57	26.30	290.17	2.16	1.98	1.49	1.16	379.54	377.93	376.86	3.94	3.36	2.94	5	5	3	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 67,794.00	12	C\$21,751.29	C\$25,376.50	C\$17,401.03									
2030	14.84	0.000936	0.001872	0.001605	0.001404	111.57	26.30	290.17	2.16	2.09	1.57	1.23	379.91	378.21	377.08	4.07	3.47	3.03	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	13	C\$19,420.79	C\$22,657.59	C\$25,894.39									
2031	15.32	0.000966	0.001933	0.001657	0.001450	111.57	26.30	290.17	2.16	2.22	1.67	1.30	380.33	378.52	377.32	4.20	3.59	3.13	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	14	C\$17,339.99	C\$20,229.99	C\$23,119.99									
2032	15.80	0.000997	0.001994	0.001709	0.001495	111.57	26.30	290.17	2.16	2.35	1.77	1.38	380.75	378.84	377.57	4.34	3.70	3.23	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	15	C\$15,482.14	C\$18,062.49	C\$20,642.85									
2033	16.28	0.001027	0.002054	0.001761	0.001541	111.57	26.30	290.17	2.16	2.48	1.87	1.46	381.19	379.17	377.83	4.48	3.82	3.33	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	16	C\$13,823.34	C\$16,127.23	C\$18,431.12									
2034	16.80	0.001060	0.002120	0.001817	0.001590	111.57	26.30	290.17	2.16	2.63	1.98	1.55	381.68	379.54	378.12	4.63	3.94	3.44	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	17	C\$12,342.27	C\$14,399.31	C\$16,456.35									
2035	17.32	0.001093	0.002186	0.001873	0.001639	111.57	26.30	290.17	2.16	2.79	2.09	1.64	382.18	379.92	378.41	4.78	4.07	3.55	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	18	C\$11,019.88	C\$12,856.53	C\$14,693.17									
2036	17.86	0.001127	0.002254	0.001932	0.001690	111.57	26.30	290.17	2.16	2.95	2.22	1.73	382.72	380.32	378.73	4.93	4.20	3.66	5	5	5	C\$ 84,742.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	19	C\$9,839.18	C\$11,479.04	C\$13,118.90									
2037	18.44	0.001164	0.002327	0.001995	0.001745	111.57	26.30	290.17	2.16	3.13	2.35	1.84	383.31	380.76	379.07	5.10	4.34	3.78	7	5	5	C\$ 118,639.50	C\$ 98,866.25	C\$ 112,990.00	20	C\$12,298.97	C\$10,249.14	C\$11,713.31									
																						VALOR PRESENTE DEL CAE			C\$605,935.93	C\$601,356.85	C\$631,821.49										
																						VALOR DE LA INVERSIÓN DE LA LÍNEA DE CONDUCCION			C\$41,032.94	C\$41,032.94	C\$41,032.94										
																						VALOR TOTAL			C\$646,968.87	C\$642,389.79	C\$672,854.43										

Anexos 12 Tarifa de energía Autorizada por el Instituto Nicaragüense de Energía (INE).

Tarifas actualizadas a entrar en vigencia el 1 de agosto del 2016.
Autorizadas para las distribuidoras disnorte y dissur

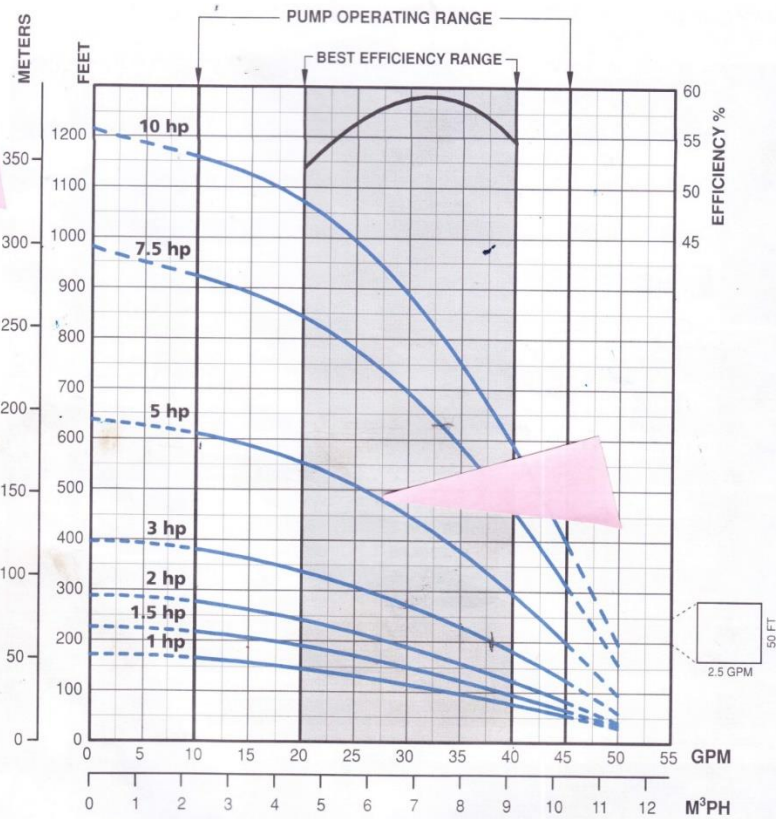
BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
BOMBEO COMUNITARIO	Para extracción y bombeo de agua potable para suministro público.	TB-6	TARIFA MONOMIA		
			Todos los kWh	5.1912	
		TB-6A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Todos los kWh kW de Demanda Máxima	3.8111	
		TB-6B	TARIFA BINOMIA CON MEDICION HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	4.9843	
			Invierno Punta	4.8223	
			Verano Fuera de Punta	3.6883	
			Invierno Fuera de Punta	3.6321	
			Verano Punta		
			Invierno Punta		838.1309
			Verano Fuera de Punta		523.4872
			Invierno Fuera de Punta		0.0000
					0.0000

Anexos 13 Curva característica del equipo

Submersible Pumps

4" High Capacity Pumps

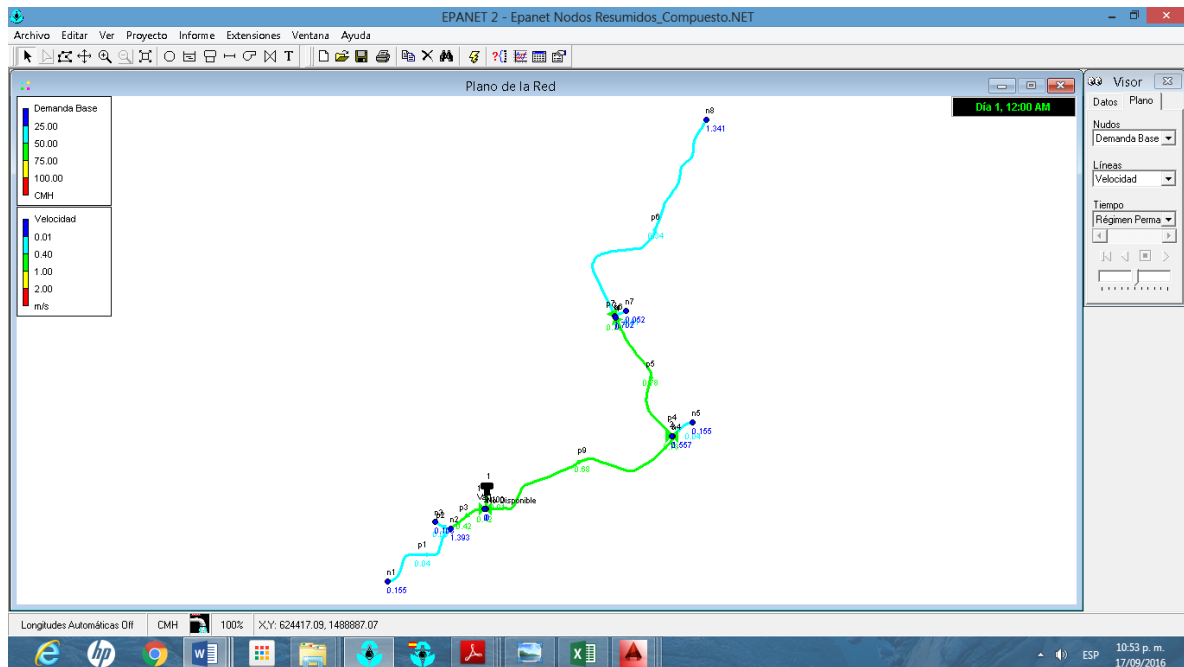
35 gpm Performance



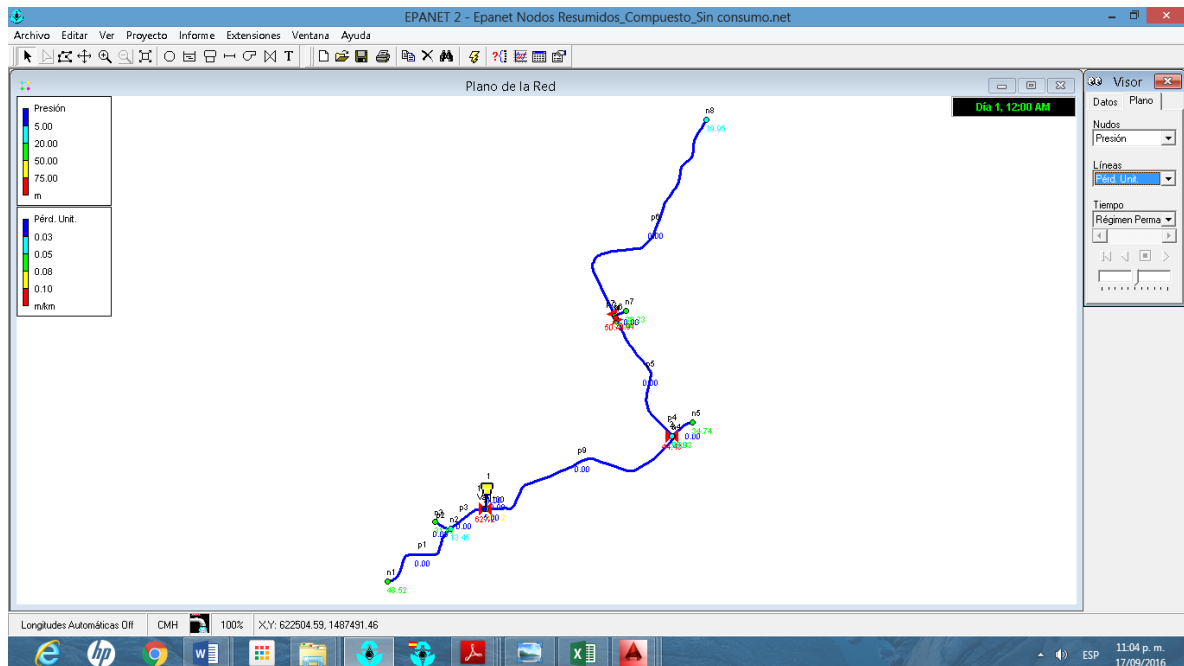
Capacities in U.S. Gallons per Minute:

HP	PSI	DEPTH TO PUMPING WATER LEVEL, OR LIFT, IN FEET.															
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500
1	0			44	40	34	28	22	13								
	10		43	39	33	27	21	11									
	20	43	38	32	26	20											
	30	37	31	26	19												
	40	30	25	18													
	50	24	16														
	60	14															
	70																
	80																
	Shut-off PSI	65	57	48	39	31	22	13	5								

Anexos 14 Análisis por el programa Epanet 2.0. Consumo de Máxima Hora



Anexos 15 Análisis por el programa Epanet2.0. Sin Consumo



Anexos 16 Take off de Presupuesto

	Sub-etapa	Descripción de la etapa y/o sub-etapa	U/m	Cant	Costo unitario 23/01/2017	Costo total (cf)
		Proyectos de sistema de agua potable				C\$2508,747.09
1.0	00	Preliminares	GLB	1.00		C\$74,054.60
	1.1	Limpieza inicial	M2	500.00		C\$6,677.50
	1.1.1	Limpieza manual inicial	M2	500.00	C\$13.36	C\$6,677.50
	1.2	Trazo y nivelación	ML	6,639.25		C\$67,377.10
	1.2.1	Trazo de eje de tubería de agua potable (incl. Estacas de madera, equipo de topografía)	ML	6,639.25	C\$10.15	C\$67,377.10
2.0	00	Línea de conducción por bombeo	ML	290.17		C\$50,825.76
	2.1	Excavación para tubería	M3	86.33		C\$8,201.35
	2.1.1	Excavación manual en suelo natural	M3	86.33	C\$95.00	C\$8,201.35
	2.2	Relleno y compactación	M3	92.42		C\$5,847.28
	2.2.1	Relleno y compactación manual	M3	92.42	C\$63.27	C\$5,847.28
	2.3	Tubería de 2" de diámetro	ML	290.17		C\$27,480.67
	2.3.1	Tubería de pvc diám.= 2" (sdr-26) (no incl. Excavación)	ML	290.17	C\$94.71	C\$27,480.67
	2.4	Volumen de arena	M3	10.16		C\$6,093.57
	2.4.1	Cama de arena de 5 cm de espesor	M3	10.16	C\$600.00	C\$6,093.57
	2.5	Prueba hidrostática	ML	290.17		C\$1,628.75
	2.5.1	PRUEBA HIDROSTATICA (BOMBA MANUAL) Diam.=HASTA 4", L=HASTA 300 m LONG. PARA PROY. A. P.	C/U	1.00	C\$1,628.75	C\$1,628.75
	2.6	Acarreo de tierra	M3	65.52		C\$1,574.14
	2.6.1	Acarreo (con camión volquete) de mat.selecto, incluye material.	M3	6.09	C\$220.00	C\$1,339.14
	2.6.2	Codos PVC de 2" X 45o de espesor	C/U	2.00	C\$50.00	C\$100.00
	2.6.3	Codos PVC de 2" X 90o	C/U	3.00	C\$45.00	C\$135.00
3.0	00	Línea de distribución	ML	6,349.08		C\$1063,831.48
	3.1	Excavación para tubería	M3	1,888.85		C\$251,349.27
	3.1.1	Excavación manual en suelo natural	M3	1,888.85	C\$133.07	C\$251,349.27
	3.2	Relleno y compactación	M3	2,166.62		C\$137,083.47
	3.2.1	Relleno y compactación manual	M3	2,166.62	C\$63.27	C\$137,083.47
	3.3	Acarreo de tierra	M3	277.77		C\$61,109.81
	3.3.1	Acarreo (con camión volquete) de mat.selecto, incluye material.	M3	277.77	C\$220.00	C\$61,109.81
	3.4	Volumen de arena	M3	222.22		C\$133,330.68
	3.4.1	Cama de arena de 10cm de espesor	M3	222.22	C\$600.00	C\$133,330.68
	3.5	Prueba hidrostática	ML	6,349.08		C\$35,832.50
	3.5.1	PRUEBA HIDROSTATICA (BOMBA MANUAL) Diam.=HASTA 4", L=HASTA 300 m LONG. PARA PROY. A. P.	C/U	22.00	C\$1,628.75	C\$35,832.50
	3.6	Tubería de 1 1/2" de diámetro	ML	4,442.57		C\$279,373.38
	3.6.1	Tubería de pvc de 1½" sdr-26 (sin excavación)	ML	4,442.57	C\$56.29	C\$250,061.60
	3.6.2	Cruce de alcantarilla con tubería de hierro galvanizado diám.=1½"	ML	3.50	C\$313.12	C\$1,095.92
	3.7	Tubería de 2" de diámetro	ML	1,906.51		C\$152,814.02
	3.7.1	Tubería de pvc de 2" sdr-26 (sin excavación)	ML	1,906.51	C\$80.15	C\$152,814.02
	3.8	Válvulas y accesorios	C/U	9.00		C\$12,938.35
	3.8.1	VALVULA DE AIRE Y VACÍO DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 1 1/2" CON CAJA DE REG DE 0.60 X 0.60 m + BLOQUE DE R	C/U	5.00	C\$2,587.67	C\$12,938.35
	3.8.2	Válvula de aire y vacío de bronce diám.=2" con protector de tubo de hierro galv.+bloque de r.	C/U	1.00	C\$3,747.77	C\$3,747.77
	3.8.3	Válvula de no retorno de hierro fundido diám. = 2" con bloque de r.	C/U	1.00	C\$14,197.30	C\$14,197.30
	3.8.4	Válvula de compuerta de hierro fundido diám. = 2" (incl. Bloque de reacción)	C/U	2.00	C\$8,037.28	C\$16,074.56

	Sub-etapa	Descripción de la etapa y/o sub-etapa	U/m	Cant	Costo unitario 23/01/2017	Costo total (cf)
	3.8.5	Válvula de limpieza de bronce diám. = 1½" (inc. Bloque de reacción)	C/U	4.00	C\$605.62	C\$2,422.50
	3.8.6	Válvula de alivio de bronce diám.= 2" (incl.1m tubería de hierro galvanizado y bloque de reacc.)	C/U	1.00	C\$4,671.45	C\$4,671.45
	3.8.7	Medidor maestro de 2"	C/U	1.00	C\$9,509.00	C\$9,509.00
	3.8.9	Cruz de hierro galvanizado con extremos bridados de 2"	C/U	1.00	C\$3,500.00	C\$3,500.00
	3.8.10	Válvula reguladora de presión de hierro fundido diám.=1 1/2" + caja de registro + bloque de reacción	C/U	1.00	C\$25,518.54	C\$25,518.54
	3.8.11	Codos PVC de 1 ½" x 45°	C/U	6.00	C\$40.00	C\$240.00
	3.8.12	Codos PVC de 2" x 45°	C/U	2.00	C\$50.00	C\$100.00
4.0	00	Tanque de almacenamiento de mampostería	M3			C\$415,864.66
	4.1	Movimiento de tierra para tanque de almacenamiento	M3	123.7213		C\$94,369.84
	4.1.1	Excavación estructural	M3	46.50	C\$307.17	C\$14,283.17
	4.1.2	Mezcla manual de suelo cemento proporción 1:6 (c:s) (1 de cemento y 6 de suelo)	M3	41.77	C\$1,469.24	C\$61,370.13
	4.1.3	Explotación o corte (manual) en banco de préstamo	M3	77.22	C\$90.12	C\$6,959.14
	4.1.4	Acarreo (con camión volquete) de mat.selecto a 1 km, carga con equipo (incl. Derecho de explotación	M3	100.39	C\$94.78	C\$9,514.38
	4.1.5	Relleno y compactación manual	M3	35.45	C\$63.27	C\$2,243.02
	4.2	Tanque de almacenamiento de mampostería	M3	22.64		C\$174,640.90
	4.2.1	Construcción de losa inferior	M2	9.61	C\$1,152.07	C\$11,071.39
	4.2.2	Construcción de paredes	M3	35.47	C\$2,800.00	C\$99,316.00
	4.2.3	Repello de paredes interiores y exteriores, y losa superior	M2	98.28	C\$160.00	C\$15,724.80
	4.2.4	Arenillado de paredes exteriores y losa superior	M2	52.71	C\$90.00	C\$4,743.90
	4.2.5	Fino pizarra en paredes interiores y losa inferior	M2	45.57	C\$110.00	C\$5,012.70
	4.2.6	Construcción de losa superior	M2	9.61	C\$1,152.07	C\$11,071.39
	4.2.7	Viga corona y viga en la losa	ML	15.50	C\$532.55	C\$8,254.53
	4.2.9	Formaleta	M2	14.26	C\$400.00	C\$5,704.00
	4.2.10	Pintura de aceite standard (incl. 2 manos)	M2	52.71	C\$108.28	C\$5,707.20
	4.3	Otro tipo de obras	GLB	1.00		C\$108,467.89
	4.3.1	Respiradero de tubo de ho go diám. = 2"	C/U	1.00	C\$785.00	C\$785.00
	4.3.2	Peldaño de varilla de hierro corrugado grado 40,diám.=5/8", Ancho de peldaño=0.30m,desarrollo=0.90m	C/U	6.00	C\$88.43	C\$530.57
	4.3.3	Adaptador macho de pvc de 2"	C/U	3.00	C\$61.93	C\$185.80
	4.3.4	Tubería hierro galvanizado diam. = 2"	ML	9.80	C\$1,290.39	C\$12,645.80
	4.3.5	Codo de hierro galvanizado de 2" x 90°	C/U	3.00	C\$912.14	C\$2,736.43
	4.3.6	Válvula de limpieza de ho. Fo. Diám. = 2" (incl. Tubería de hierro fundido y 2 bloques de reacción)	C/U	1.00	C\$17,854.00	C\$17,854.00
	4.3.7	Válvula de compuerta de hierro fundido diám. = 2" (incl. Bloque de reacción)	C/U	3.00	C\$18,671.21	C\$56,013.64
	4.3.8	Tubería hierro galvanizado diam. = 2" (inc. Bloque de reacción)	ML	5.90	C\$479.61	C\$2,829.69
	4.3.9	Codo de hierro galvanizado de 2" x 45°	C/U	2.00	C\$253.66	C\$507.32
	4.3.10	Unión tipo dresser	C/U	1.00	C\$1,920.00	C\$1,920.00
	4.3.11	Tee de hierro galvanizado de 2"	C/U	1.00	C\$350.00	C\$350.00
	4.3.12	Caja de registro de concreto de 2500 psi ref. +pared de ladrillo cuarterón de 1.00mx1.00m,h=1.00m	C/U	1.00	C\$4,821.07	C\$4,821.07
	4.3.13	Caja de registro de concreto de 2500 psi ref. +pared de ladrillo cuarterón de 0.90mx0.90m,h=0.90m	C/U	2.00	C\$3,644.28	C\$7,288.57
	4.3.14	Anden de concreto de 2500 psi sin ref.,espesor=0.075m	M2	16.40	C\$284.55	C\$4,666.57

	Sub-etapa	Descripción de la etapa y/o sub-etapa	U/m	Cant	Costo unitario 23/01/2017	Costo total (cf)
	4.4	Cercas perimetrales y portones	GLB	112.00		C\$38,386.03
	4.4.1	Cerco (a) de alambre púas cal. 13 1/2, 6 hilos c/poste pretensado de concreto h=2.55 m	ML	80.00	C\$472.86	C\$37,828.69
	4.4.2	Puerta de marco de madera (blanca) y forro de alambre de púas cal. # 13½ (no incl. Herrajes)	C/U	1.00	C\$557.34	C\$557.34
5.0	00	Fuente y obras de toma	C/U	1.00		C\$760,819.38
	5.1	Pozo perforado	C/U	1.00		C\$468,925.01
	5.1.1	Sello con material bentonita (arcilla coloidal) y mortero proporción 1:1 para pozo perforado	PIE	30.00	C\$147.88	C\$4,436.47
	5.1.2	Prueba de bombeo (con bomba c/motor sumergible de 20 hp y planta generador eléctrico de 5) escalonada	HRS	24.00	C\$824.67	C\$19,791.96
	5.1.3	Gravilla de río (canto rodado de 15 a 30mm).	M3	0.15	C\$464.10	C\$70.73
	5.1.4	Formaleta para fundaciones	M2	4.00	C\$256.19	C\$1,024.77
	5.1.5	Limpieza y desarrollo (por medio de presion de aire) en tubo para estabilizar paredes en pozos	HRS	16.00	C\$1,225.68	C\$19,610.88
	5.1.6	Análisis bacteriológico completo (bacterias, coliformes y escherichia coli) para agua potable.	C/U	2.00	C\$578.55	C\$1,157.10
	5.1.7	Análisis fisicoquímico de agua para agua potable	C/U	2.00	C\$1,366.25	C\$2,732.50
	5.1.8	Análisis de arsénico del agua	C/U	2.00	C\$558.20	C\$1,116.40
	5.1.9	Bloque de concreto de 2500 psi sin ref. De 1.00mx1.00m, alto=1.00 (no incl. Formaleta) (no incl. Exc.)	C/U	1.00	C\$3,221.49	C\$3,221.49
	5.1.10	Perforación de pozo con maquina rotativa diám. De perforac=12"	PIE	155.00	C\$1,600.50	C\$248,077.50
	5.1.11	Tubería ranurada de pvc diám.=6" (sch-40) instalada en pozo con maquina rotativa con martillo	ML	21.34	C\$1,230.10	C\$26,245.46
	5.1.12	Tubería ciega sin ranura de pvc diám. =6", l=20' (sch-40) instalada en pozo con maquina rotativa	ML	25.91	C\$2,240.06	C\$58,035.53
	5.1.13	Columna de tubo redondo de hierro galvanizado diam.=3" para descarga en equipo de bombeo	ML	42.67	C\$1,954.54	C\$83,404.22
	5.2	Estación de bombeo	C/U	1.00		C\$258,086.04
	5.2.1	Bomba c/motor sumergible de 5hp, Q=30.65 GPM, CTD=400', 1/60/230 v	C/U	1.00	C\$86,208.53	C\$86,208.53
	5.2.2	Arrancador magnético p/motor de 10 hp, 1/60/220 v	C/U	1.00	C\$17,797.91	C\$17,797.91
	5.2.3	Panel de control de bomba para motor de arranque de 5hp, 1/60/230 v.	C/U	1.00	C\$8,504.16	C\$8,504.16
	5.2.4	Caseta de mampostería confinada + cubierta de techo zinc, A= 8.80 m2 para cloración.	C/U	1.00	C\$48,533.31	C\$48,533.31
	5.2.5	Excavación manual en terreno natural	M3	16.80	C\$70.51	C\$1,184.64
	5.2.6	Relleno y compactación manual	M3	16.80	C\$63.27	C\$1,062.95
	5.2.7	Explotación o corte (manual) en banco de préstamo	M3	16.80	C\$90.12	C\$1,514.01
	5.2.8	Acarreo (con camión volquete) de mat.selecto a 1 km, carga con equipo (incl. Derecho de explotación)	M3	21.84	C\$94.78	C\$2,069.92
	5.2.9	Canalización con tubo conduit de pvc diám.=3/4" (incl. Bridas)	ML	17.50	C\$44.71	C\$782.44
	5.2.10	Cable eléctrico sumergible #12 x 3	ML	48.17	C\$131.43	C\$6,331.01
	5.2.11	Alambre eléctrico de cobre thhn #6 awg	ML	6.00	C\$67.80	C\$406.77
	5.2.12	Alambre eléctrico de cobre thhn #10 awg	ML	9.75	C\$34.78	C\$339.14
	5.2.13	Alambre eléctrico de cobre thhn #12 awg	ML	9.75	C\$21.87	C\$213.23
	5.2.14	Panel monofásico 2 espacios, 120/240 voltios, barra de 125 amperios	C/U	1.00	C\$1,229.81	C\$1,229.81
	5.2.15	Breaker de 1x20 amperios	C/U	2.00	C\$259.10	C\$518.20
	5.2.16	Apagador sencillo de 15 amp/120 v con placa metálica de 1 hoyo	C/U	1.00	C\$132.23	C\$132.23
	5.2.17	Apagador doble de 15 amp/120v con placa metálica de 2 hoyos	C/U	1.00	C\$166.98	C\$166.98
	5.2.18	Toma corriente sencillo polarizado de 30 amp/120 v con placa metálica de 2	C/U	1.00	C\$220.06	C\$220.06

	Sub-etapa	Descripción de la etapa y/o sub-etapa	U/m	Cant	Costo unitario 23/01/2017	Costo total (cf)
	5.2.19	Lámpara (o luminaria) fluorescente de 1 x 40 watts y 110 voltios.	C/U	3.00	C\$798.85	C\$2,396.55
	5.2.20	Losa de concreto de 2500 psi Esp.=0.07m, sin ref. con fino corriente (inc. Excavación).	M2	9.00	C\$483.94	C\$4,355.46
	5.2.21	Concreto de 3,000 psi (mezclado a mano)	M3	1.70	C\$3,142.41	C\$5,345.61
	5.2.22	Fundir concreto en cualquier elemento	M3	1.70	C\$216.35	C\$368.04
	5.2.23	Sarta de descarga de ho. Go. + ho. Fo. + válvulas diám. = 2"	C/U	1.00	C\$68,405.08	C\$68,405.08
	5.3	Cercas perimetrales y portones	M2	400.00		C\$33,808.33
	5.3.1	Cerco (a) de alambre púas cal. 13 1/2, 6 hilos c/poste pretensado de concreto h=2.55 m	ML	80.00	C\$415.64	C\$33,250.99
	5.3.2	Puerta de marco de madera (blanca) y forro de alambre de púas cal. # 13½	C/U	1.00	C\$557.34	C\$557.34
6.0	00	Conexiones	C/U	117.00		C\$107,209.94
	6.1	Otro tipo de conexiones	C/U	117.00		C\$50,844.02
	6.1.1	Conexión domiciliar con silleta de PVC de 1 ½" x ½" para agua potable (no incluye medidor, incluye excavación).	C/U	91.00	C\$558.73	C\$50,844.02
	6.1.2	Conexión domiciliar con silleta de PVC de 2" x ½" para agua potable (no incluye medidor, incluye excavación).	C/U	26.00	C\$596.67	C\$15,513.41
	6.1.3	Medidor de agua potable diám.=½" con 2 adaptadores domiciliar	C/U	117.00	C\$1,095.58	C\$128,182.28
	6.1.4	Caja prefabricada de concreto para medidor de agua potable para uso domiciliar	C/U	117.00	C\$504.26	C\$58,997.89
	6.2	Protectores de válvulas	C/U	117.00		C\$56,365.92
	6.2.1	Llave de pase de bola diám. = ½"	C/U	117.00	C\$481.76	C\$56,365.92
7.0	00	Planta de purificación	C/U			C\$21,141.27
	7.1	Equipo de coronación (completo)	C/U	1.00		C\$21,141.27
	7.1.1	Bloque de reacción de concreto para accesorio	C/U	1.00	C\$91.64	C\$91.64
	7.1.2	Clorador (dosificador de cloro) de 12 gpd, 80 psi con bomba dosificadora elect de 50 glns	C/U	1.00	C\$18,526.71	C\$18,526.71
	7.1.3	Tanque de plástico cap.=95 litros para dosificador de cloro (hipoclorador) con manguera	C/U	1.00	C\$1,061.18	C\$1,061.18
	7.1.4	Tubería de pvc diám.=½" (sdr-13.5)	ML	18.67	C\$18.58	C\$346.95
	7.1.5	Válvula de aire de hierro fundido diám.=1/2" (rosca macho)	C/U	1.00	C\$1,114.79	C\$1,114.79
8.0	0	Limpieza final y entrega				C\$15,000.00
	8.1	Limpieza final	GLB	1.00		C\$15,000.00
	8.1.1	Limpieza manual final	GLB	1.00	C\$15,000.00	C\$15,000.00
GRAN TOTAL						C\$2508,747.09

Anexos 17 Tablas de estudio de tarifa

Año	Consumo Promedio anual (m^3)	Consumo de Energía (HP)	Horas de bombeo	Costos de Operación Anual					Costo de Mantenimiento Anual					Costos de O y M (Anual) C\$
				Energía CAE C\$	Personal C\$	Hipoclorito de calcio C\$	Imprevistos C\$	Total C\$	Mantenimiento conexiones	Limpieza de predios y tanque	Reposición de bomba	Mantenimiento de tuberías	Total C\$	
2017	19,163.26	3	14.00	C\$59,319.75	C\$38,249.52	C\$3,285.13	C\$1,038.37	C\$101,892.77	C\$7,020.00	C\$2,000.00	C\$5,612.35	C\$8,295.70	C\$22,928.05	C\$124,820.82
2018	19,760.87	3	14.00	C\$59,319.75	C\$42,640.56	C\$3,387.58	C\$1,150.70	C\$106,498.59	C\$7,355.56	C\$2,095.60	C\$5,612.35	C\$8,692.23	C\$23,755.74	C\$130,254.33
2019	20,398.31	3	14.00	C\$59,319.75	C\$47,535.70	C\$3,496.85	C\$1,275.81	C\$111,628.11	C\$7,707.16	C\$2,195.77	C\$5,612.35	C\$9,107.72	C\$24,623.00	C\$136,251.11
2020	21,035.76	3	14.00	C\$59,319.75	C\$52,992.80	C\$3,606.13	C\$1,414.97	C\$117,333.65	C\$8,075.56	C\$2,300.73	C\$5,612.35	C\$9,543.07	C\$25,531.71	C\$142,865.36
2021	21,673.21	3	14.00	C\$59,319.75	C\$59,076.37	C\$3,715.41	C\$1,569.79	C\$123,681.32	C\$8,461.57	C\$2,410.70	C\$5,612.35	C\$9,999.23	C\$26,483.85	C\$150,165.17
2022	22,350.50	3	14.00	C\$59,319.75	C\$65,858.34	C\$3,831.51	C\$1,742.25	C\$130,751.85	C\$8,866.03	C\$2,525.93	C\$5,612.35	C\$10,477.19	C\$27,481.50	C\$158,233.35
2023	23,067.62	3	14.00	C\$59,319.75	C\$73,418.88	C\$3,954.45	C\$1,934.33	C\$138,627.41	C\$9,289.83	C\$2,646.67	C\$5,612.35	C\$10,978.00	C\$28,526.85	C\$167,154.26
2024	23,784.75	3	14.00	C\$59,319.75	C\$81,847.37	C\$4,077.39	C\$2,148.12	C\$147,392.63	C\$9,733.88	C\$2,773.18	C\$5,612.35	C\$11,502.75	C\$29,622.16	C\$177,014.79
2025	24,541.72	3	14.00	C\$59,319.75	C\$91,243.45	C\$4,207.15	C\$2,386.27	C\$157,156.62	C\$10,199.16	C\$2,905.74	C\$5,612.35	C\$12,052.58	C\$30,769.83	C\$187,926.45
2026	25,298.69	5	14.00	C\$98,866.25	C\$101,718.20	C\$4,336.92	C\$2,651.38	C\$207,572.75	C\$10,686.68	C\$3,044.64	C\$5,612.35	C\$12,628.69	C\$31,972.36	C\$239,545.11
2027	26,095.50	5	14.00	C\$98,866.25	C\$113,395.45	C\$4,473.51	C\$2,946.72	C\$219,681.93	C\$11,197.50	C\$3,190.17	C\$8,952.18	C\$13,232.34	C\$36,572.19	C\$256,254.12
2028	26,932.15	5	14.00	C\$98,866.25	C\$126,413.25	C\$4,616.94	C\$3,275.75	C\$233,172.19	C\$11,732.74	C\$3,342.66	C\$8,952.18	C\$13,864.85	C\$37,892.43	C\$271,064.62
2029	27,768.80	5	14.00	C\$98,866.25	C\$140,925.49	C\$4,760.37	C\$3,642.15	C\$248,194.26	C\$12,293.56	C\$3,502.44	C\$8,952.18	C\$14,527.59	C\$39,275.77	C\$287,470.03
2030	28,645.29	5	14.00	C\$98,866.25	C\$157,103.74	C\$4,910.62	C\$4,050.36	C\$264,930.97	C\$12,881.19	C\$3,669.86	C\$8,952.18	C\$15,222.01	C\$40,725.23	C\$305,656.20
2031	29,561.62	5	14.00	C\$98,866.25	C\$175,139.25	C\$5,067.71	C\$4,505.17	C\$283,578.38	C\$13,496.91	C\$3,845.28	C\$8,952.18	C\$15,949.62	C\$42,243.98	C\$325,822.36
2032	30,477.95	5	14.00	C\$98,866.25	C\$195,245.24	C\$5,224.79	C\$5,011.75	C\$304,348.03	C\$14,142.06	C\$4,029.08	C\$8,952.18	C\$16,712.01	C\$43,835.33	C\$348,183.36
2033	31,434.12	5	14.00	C\$98,866.25	C\$217,659.39	C\$5,388.71	C\$5,576.20	C\$327,490.55	C\$14,818.05	C\$4,221.67	C\$8,952.18	C\$17,510.84	C\$45,502.74	C\$372,993.29
2034	32,430.13	5	14.00	C\$98,866.25	C\$242,646.69	C\$5,559.45	C\$6,205.15	C\$353,277.54	C\$15,526.35	C\$4,423.47	C\$8,952.18	C\$18,347.86	C\$47,249.85	C\$400,527.39
2035	33,426.14	5	14.00	C\$98,866.25	C\$270,502.53	C\$5,730.20	C\$6,905.82	C\$382,004.80	C\$16,268.51	C\$4,634.91	C\$8,952.18	C\$19,224.89	C\$49,080.49	C\$431,085.29
2036	34,461.99	5	14.00	C\$98,866.25	C\$301,556.22	C\$5,907.77	C\$7,686.60	C\$414,016.84	C\$17,046.14	C\$4,856.46	C\$8,952.18	C\$20,143.84	C\$50,998.61	C\$465,015.45
2037	35,577.53	5	14.00	C\$98,866.25	C\$336,174.87	C\$6,099.00	C\$8,556.85	C\$449,696.97	C\$17,860.95	C\$5,088.59	C\$8,952.18	C\$21,106.72	C\$53,008.44	C\$502,705.41

Año	Número de conexiones	Usuarios	Consumo Promedio anual (m^3)	Costos de O y M (Anual) C\$	Costos de O y M (Mensual) C\$	Volumen de agua facturado (m^3)	Volumen de agua cobrado (m^3)	Costo m³ de agua	Año	Recaudación esperada	Pago promedio por conexión para consumo < 7 m³ (C\$)	Pago mínimo para asegurar operación (C\$)
2017	117	481	19,163.26	C\$ 124,820.82	C\$ 10,401.74	15,330.61	13,031.02	C\$ 9.58	0	C\$ 8,294.36	C\$ 104.59	C\$ 85.38
2018	120	496	19,760.87	C\$ 130,254.33	C\$ 10,854.53	15,808.69	13,437.39	C\$ 9.69	1	C\$ 8,651.23	C\$ 106.42	C\$ 87.01
2019	123	512	20,398.31	C\$ 136,251.11	C\$ 11,354.26	16,318.65	13,870.85	C\$ 9.82	2	C\$ 9,050.11	C\$ 108.60	C\$ 88.98
2020	125	528	21,035.76	C\$ 142,865.36	C\$ 11,905.45	16,828.61	14,304.32	C\$ 9.99	3	C\$ 9,494.50	C\$ 112.05	C\$ 92.03
2021	128	544	21,673.21	C\$ 150,165.17	C\$ 12,513.76	17,338.57	14,737.78	C\$ 10.19	4	C\$ 9,978.05	C\$ 115.02	C\$ 94.73
2022	131	561	22,350.50	C\$ 158,233.35	C\$ 13,186.11	17,880.40	15,198.34	C\$ 10.41	5	C\$ 10,512.02	C\$ 118.42	C\$ 97.85
2023	133	579	23,067.62	C\$ 167,154.26	C\$ 13,929.52	18,454.10	15,685.98	C\$ 10.66	6	C\$ 11,109.85	C\$ 123.22	C\$ 102.19
2024	136	597	23,784.75	C\$ 177,014.79	C\$ 14,751.23	19,027.80	16,173.63	C\$ 10.94	7	C\$ 11,756.12	C\$ 127.61	C\$ 106.25
2025	139	616	24,541.72	C\$ 187,926.45	C\$ 15,660.54	19,633.38	16,688.37	C\$ 11.26	8	C\$ 12,485.09	C\$ 132.55	C\$ 110.85
2026	142	635	25,298.69	C\$ 239,545.11	C\$ 19,962.09	20,238.95	17,203.11	C\$ 13.92	9	C\$ 15,910.56	C\$ 165.39	C\$ 143.31
2027	145	655	26,095.50	C\$ 256,254.12	C\$ 21,354.51	20,876.40	17,744.94	C\$ 14.44	10	C\$ 17,024.76	C\$ 173.26	C\$ 148.53
2028	148	676	26,932.15	C\$ 271,064.62	C\$ 22,588.72	21,545.72	18,313.86	C\$ 14.80	11	C\$ 18,008.64	C\$ 179.56	C\$ 154.46
2029	152	697	27,768.80	C\$ 287,470.03	C\$ 23,955.84	22,215.04	18,882.78	C\$ 15.22	12	C\$ 19,095.01	C\$ 185.42	C\$ 160.08
2030	155	719	28,645.29	C\$ 305,656.20	C\$ 25,471.35	22,916.23	19,478.80	C\$ 15.69	13	C\$ 20,306.00	C\$ 193.33	C\$ 167.57
2031	158	742	29,561.62	C\$ 325,822.36	C\$ 27,151.86	23,649.29	20,101.90	C\$ 16.21	14	C\$ 21,650.08	C\$ 202.17	C\$ 175.96
2032	161	765	30,477.95	C\$ 348,183.36	C\$ 29,015.28	24,382.36	20,725.00	C\$ 16.80	15	C\$ 23,133.60	C\$ 212.02	C\$ 185.33
2033	165	789	31,434.12	C\$ 372,993.29	C\$ 31,082.77	25,147.30	21,375.20	C\$ 17.45	16	C\$ 24,782.49	C\$ 221.62	C\$ 194.59
2034	168	814	32,430.13	C\$ 400,527.39	C\$ 33,377.28	25,944.10	22,052.49	C\$ 18.16	17	C\$ 26,608.03	C\$ 233.73	C\$ 206.16
2035	172	839	33,426.14	C\$ 431,085.29	C\$ 35,923.77	26,740.91	22,729.78	C\$ 18.97	18	C\$ 28,648.49	C\$ 245.72	C\$ 217.74
2036	176	865	34,461.99	C\$ 465,015.45	C\$ 38,751.29	27,569.59	23,434.16	C\$ 19.84	19	C\$ 30,890.88	C\$ 259.03	C\$ 230.62
2037	180	893	35,577.53	C\$ 502,705.41	C\$ 41,892.12	28,462.02	24,192.72	C\$ 20.78	20	C\$ 33,401.77	C\$ 273.80	C\$ 244.93

Anexos 18 Formato de Encuesta a Realizar

Encuesta Socio-Económica

Zompopera-El Bojazo, Santa maría de Pantasma, Jinotega

Desarrollo

Es usted el responsable de su hogar SI_____ NO_____

Si contesta (SI) continuar con las preguntas, si contesta (NO) presentar disculpa y explicar que la encuesta está dirigida a los jefes del hogar.

Sexo: Masculino_____ Femenino_____

A. Situación y demanda de los servicios

1- ¿De dónde obtiene el agua que consumen en su casa?

a) Río b) Quebrada c) Ojo de agua d) Pozo e) Toma domiciliar f) Toma pública

2- ¿A qué distancia les queda? Metros_____

3- ¿Cuántos viajes de agua hacen al día? No._____

4- ¿Tiempo invertido en el día? Horas_____

5- ¿Cuántos baldes ocupan en el día? a) 1-5 b) 5-10 c) 10-15 d) 15 a más

6- ¿sí tuviera una llave en su casa, usaría más o menos agua?

a) Menos b) Más

7- ¿Qué le gustaría adquirir a través del proyecto:

a) Toma Domiciliar b) Toma Pública

I. Situación de saneamiento

a) ¿Cuenta con servicio de letrina? a) Sí b) No c) Inodoro

b) ¿Dónde descargan las aguas?

a) Fosa séptica

b) Patio

c)

Otros _____

B. Capacidad Económica

2- La casa dónde usted vive es:

a) Propia b) Alquilada c) Prestada

3- ¿Cuántos viven en su casa incluido usted?

a) 1-2 b) 3-4 c) 5-6 d) 7 y más

4- ¿Aporta usted económicamente a su hogar?

a) Sí b) No c) A veces

5- ¿Qué actividad realiza usted?

a) Agricultor

b) Obrero Agrícola

c) Ganadero}

d) Comerciante e) Albañil f) Fontanero g) Tareas del hogar

e) Otras _____ i) No trabaja

6- De su familia además de usted ¿cuántos trabajan? a) 1-2 b) 2-4 c) 4 y más d) Nadie más

7- ¿Cuál es el ingreso promedio en córdobas, que tiene su familia al mes?

a) _____ b) No sabe

8- ¿Mensualmente cuánto gasta en su alimentación y sus hijos?

a) _____ b) No sabe

C. Voluntad de la comunidad

1- ¿Estaría usted y los demás miembros de su familia dispuestos a organizarse y trabajar en la construcción de la obra?

a) Sí b) No c) No sabe

2- ¿Cuántos días a la semana podrían aportar entre todos los miembros de su familia? a) 1-2 b) 3-4 c) 5-6 d) Ninguno e) No sabe

3- ¿Estaría usted y su familia dispuestos a pagar una cuota, por los costos de materiales del sistema de agua potable?

a) Sí b) No c) No sabe

4- ¿Cuánto podría usted y su familia pagar mensualmente por este servicio?
R=_____

5- De tener usted una toma domiciliar en su casa u obtener el agua de un puesto público. ¿Pagaría usted y su familia la cuota que la comunidad estime?

a) Sí b) No Si la respuesta es (No), Por qué?_____

6- ¿Le gustaría recibir información sobre cómo mejorar la salud, medio ambiente, organización comunitaria y otros temas?

a) Sí b) No Si la respuesta es (No), por qué?_____

D. Situación de salud

Número de niños menores de 6 años:

_____ 1- Enfermedades más

comunes en:

Niños: Diarrea_____ Parásitos_____ Leptospirosis _____ Cólera_____
Malaria_____

Adultos: Diarrea_____ Parásitos_____ Leptospirosis _____ Cólera_____
Malaria_____

2- ¿Cuántos de los menores de seis años han tenido diarrea en los últimos
seis meses y cuántas veces?

Cantidad: _____ ¿Cuántas veces?_____

3- ¿Cuáles cree usted que son las causas de estas enfermedades?

Diarrea_____

Parasitosis_____

Leptospirosis_____

Cólera

Malaria

E. Formato de censo de Población y Educación

Desarrollo Comunitario

Proyecto:

Comunidad: _____

Levantado por:

Fecha de levantamiento de información_____ No de casa: _____

Total población: _____ Hombres_____ Mujeres_____

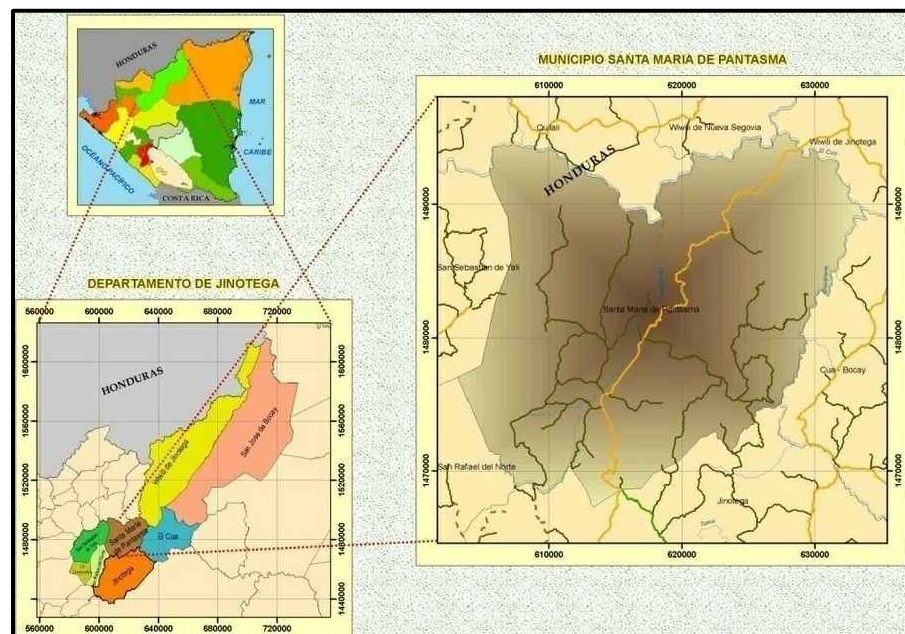
No de identificación según croquis de comunidad.	Nombre Del jefe(a) de familia.	No de personas por casa.	0-5 años de edad		6-15 años de edad		16-60 años de edad		61-a más años de edad		% de la población que sabe leer			
											Sabe Leer		No sabe leer	
			M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F

Anexos 19 Diámetro de ADEME propuestos por INAA

Diámetro interno ADEME		Caudal de bombeo	
Pulgada	mm	gpm	Lps
6	150	hasta 160	hasta 10
8	200	240	15
10	250	400	25

Fuente: Norma Rural del INAA

PROYECTO DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LAS COMUNIDADES ZOMPOPERA Y EL BOJAZO SANTA MARÍA DE PANTASMA, JINOTEGA



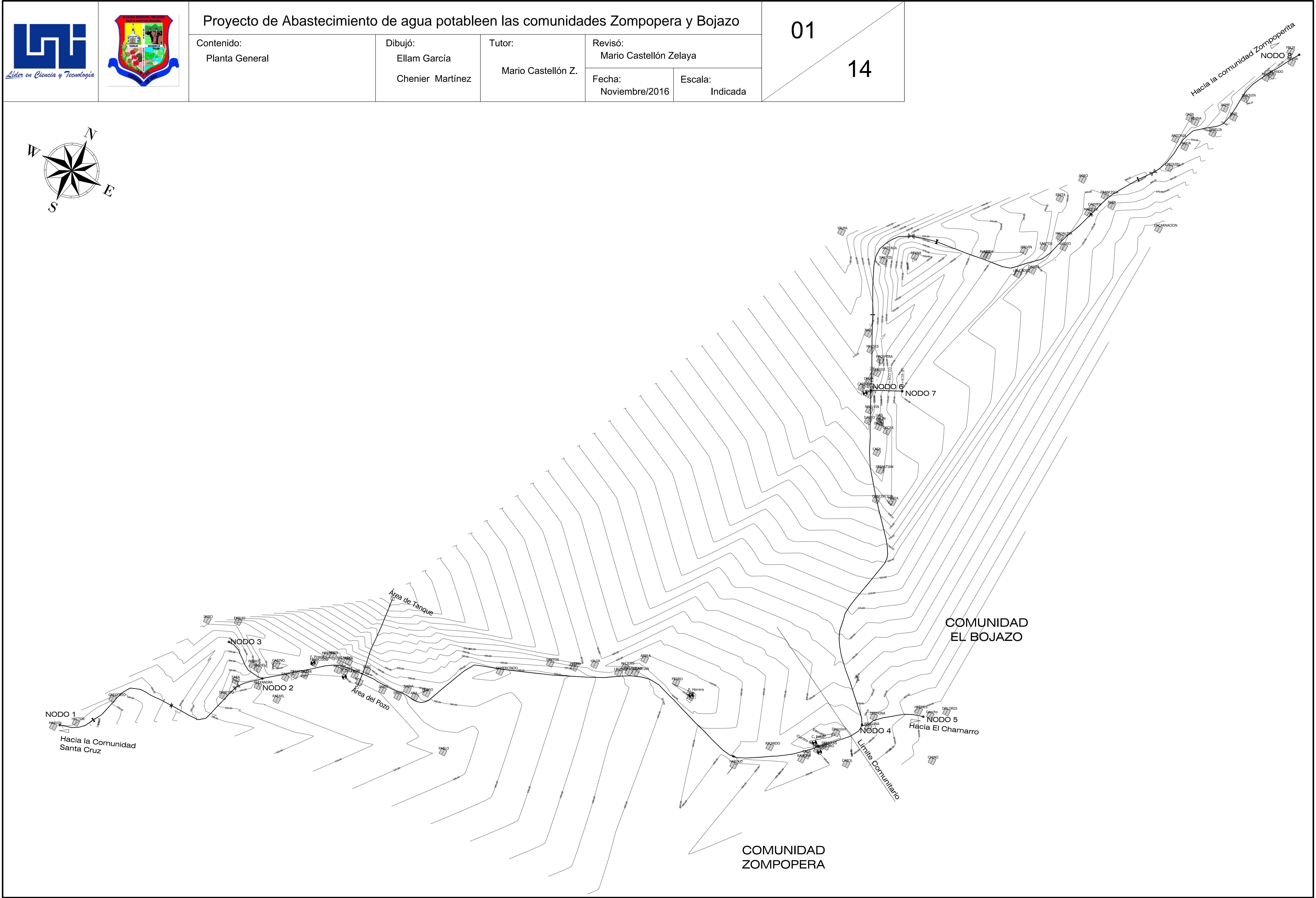
Realizado por:

- Ellam García Machado
- Chenier Martinez Zeledón

Tutor:

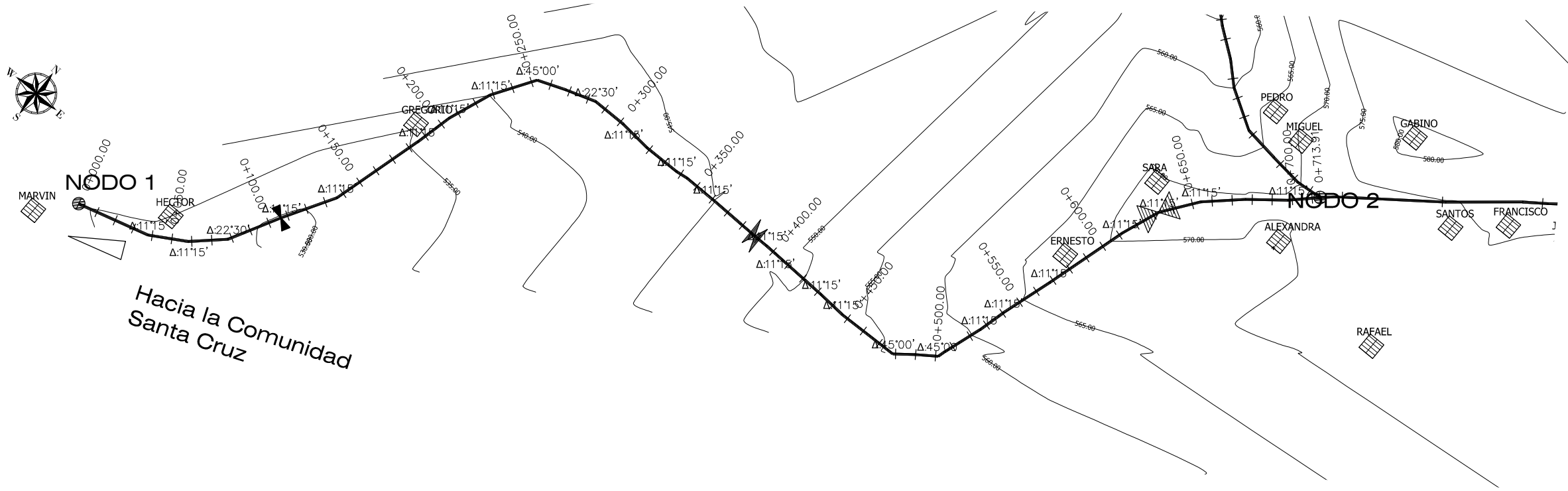
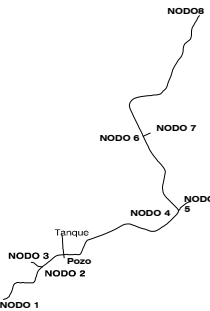
- Mario F. Castellón Zelaya

Contenido	Hoja
Planta general	01
Red de distribución	02 - 11
Línea de Conducción	12
Detalle de Sarta	13
Detalle de Tanque de Almacenamiento	14

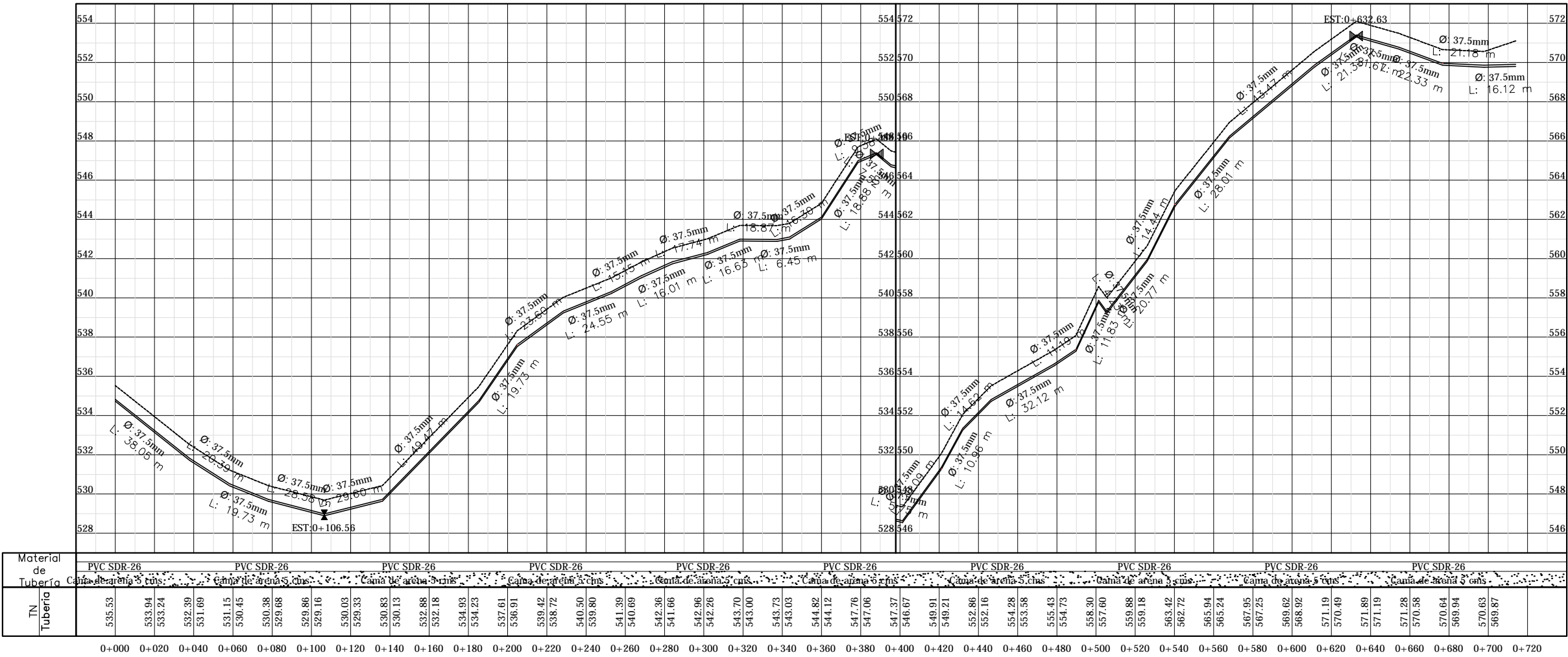


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 1 (Nodo 1-Nodo 2) Perfil



Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

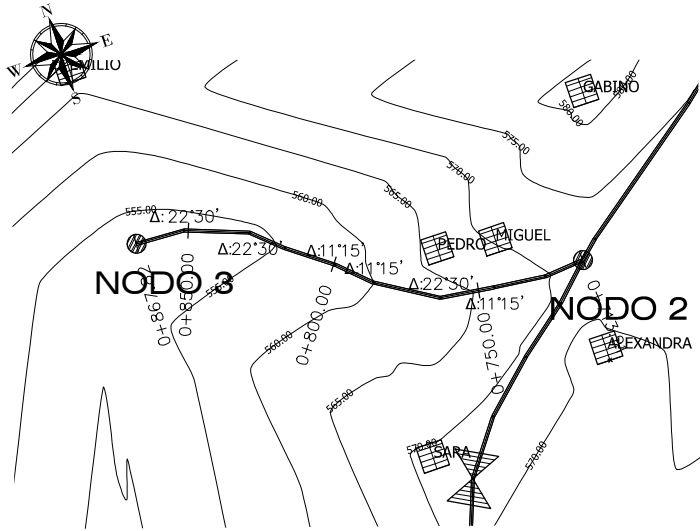
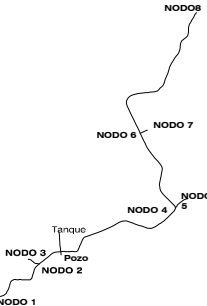
Revisó:	Mario Castellón Zelaya
Fecha:	Noviembre/2016
Tutor:	Mario Castellón Z.
Dibujó:	Ellam García Chenier Martínez

Contenido:
Pp: Ramal 1 Est 0+000.00 - 0+713.91

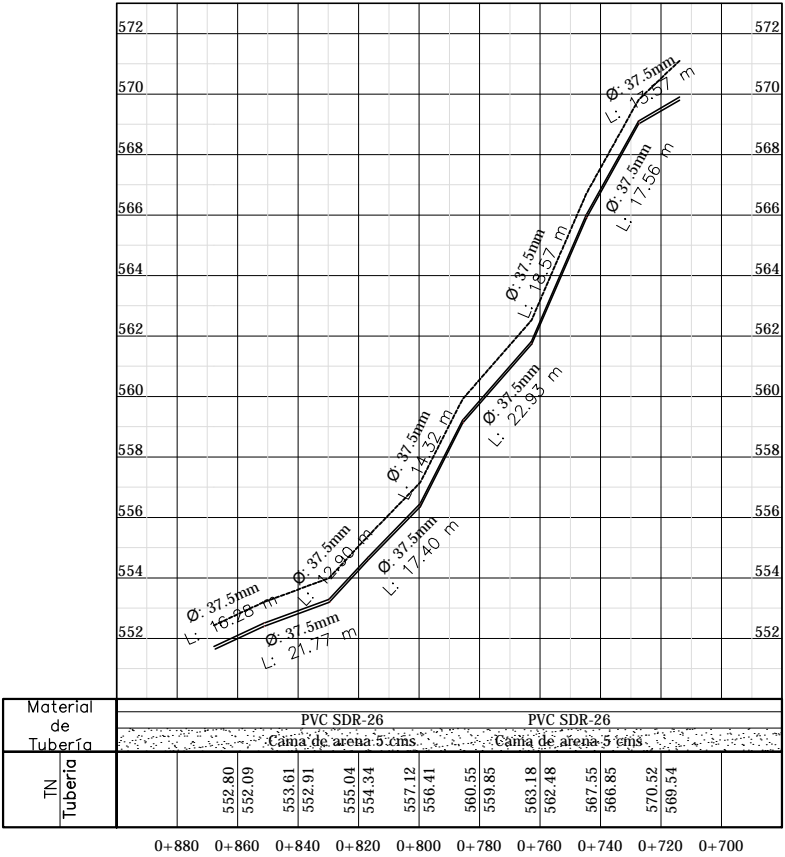


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 2 (Nodo 2-Nodo 3) Perfil



Revisó:	Mario Castellón Zelaya
Fecha:	Noviembre/2016
Escala:	Indicada

Tutor:	Mario Castellón Z.
--------	--------------------

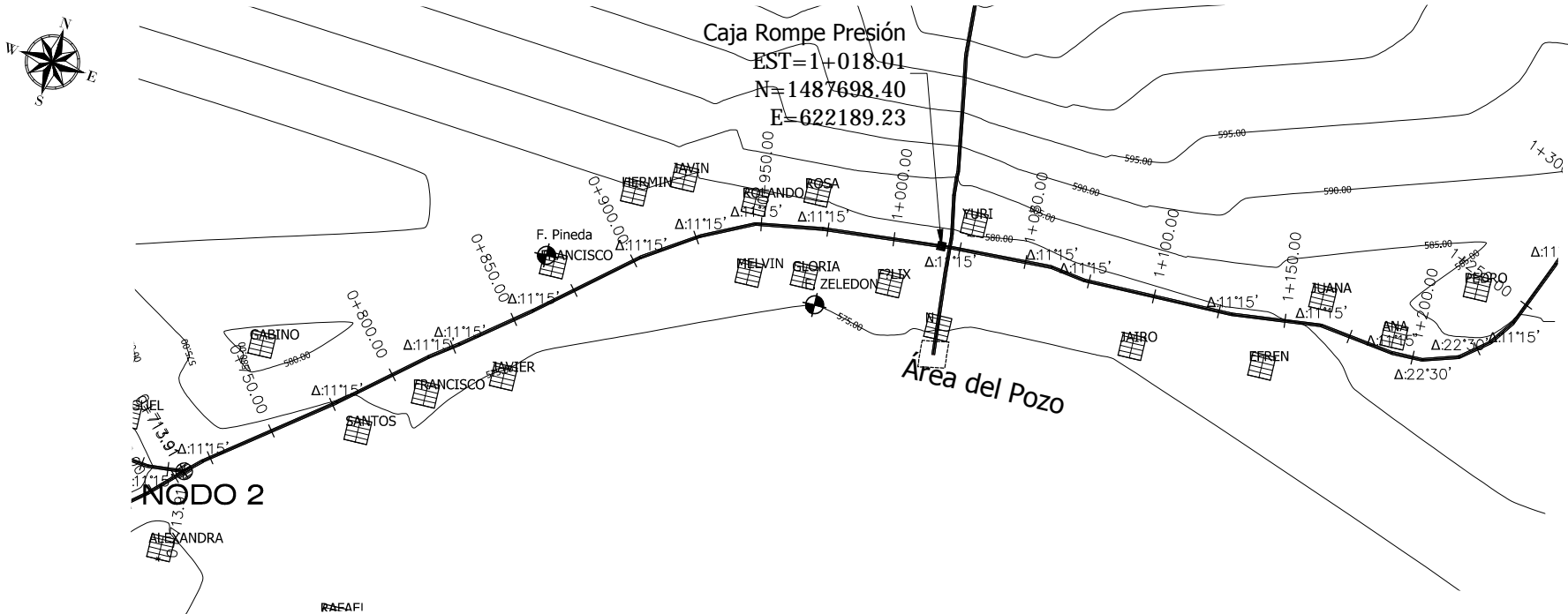
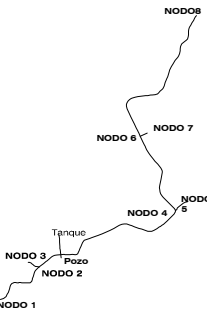
Dibujó:	Eliam García Chenier Martínez
---------	----------------------------------

Contenido:	Pp: Ramal 2 Est 0+713.91 - 0+867.82
------------	-------------------------------------

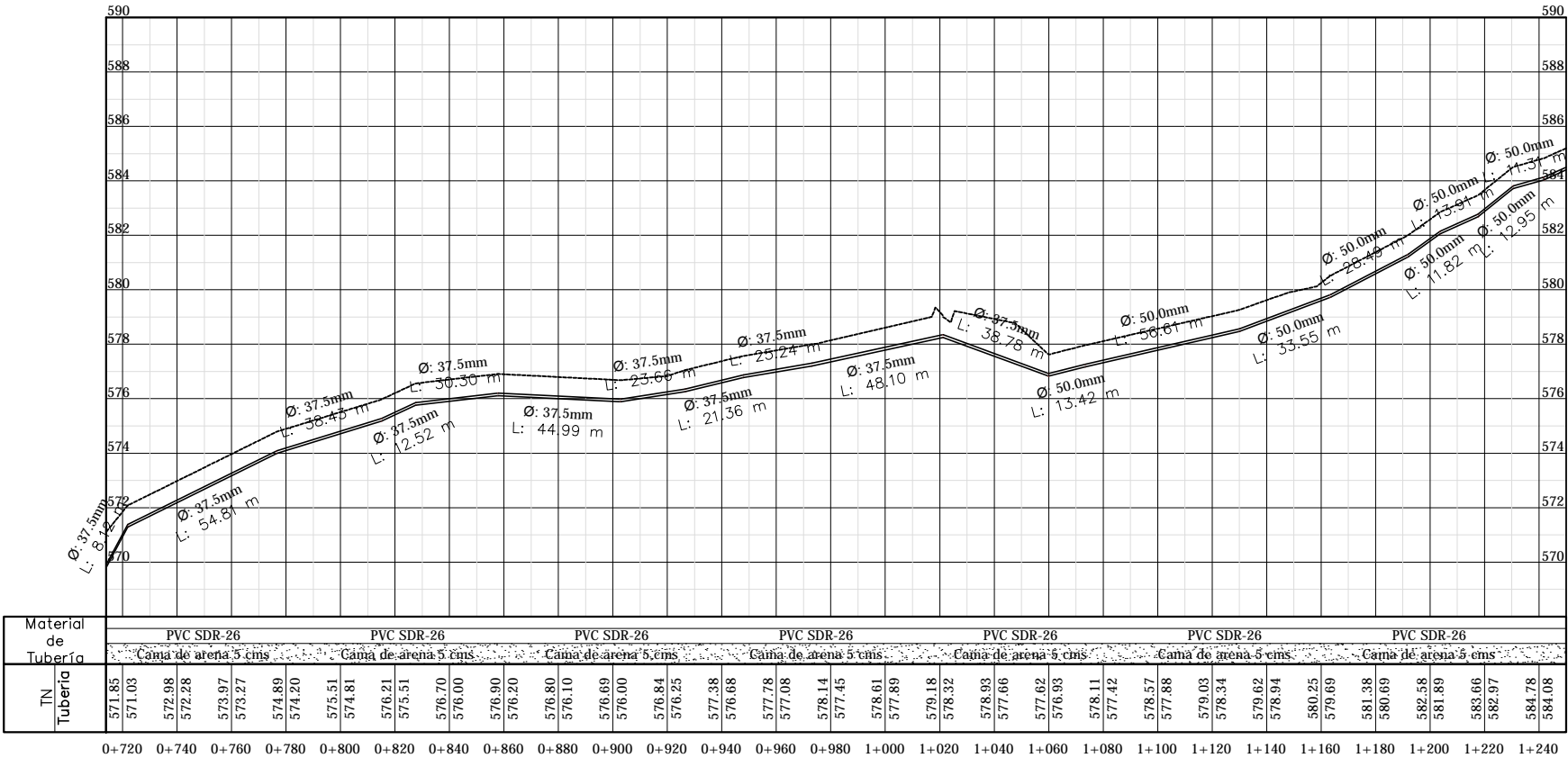


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Valvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación

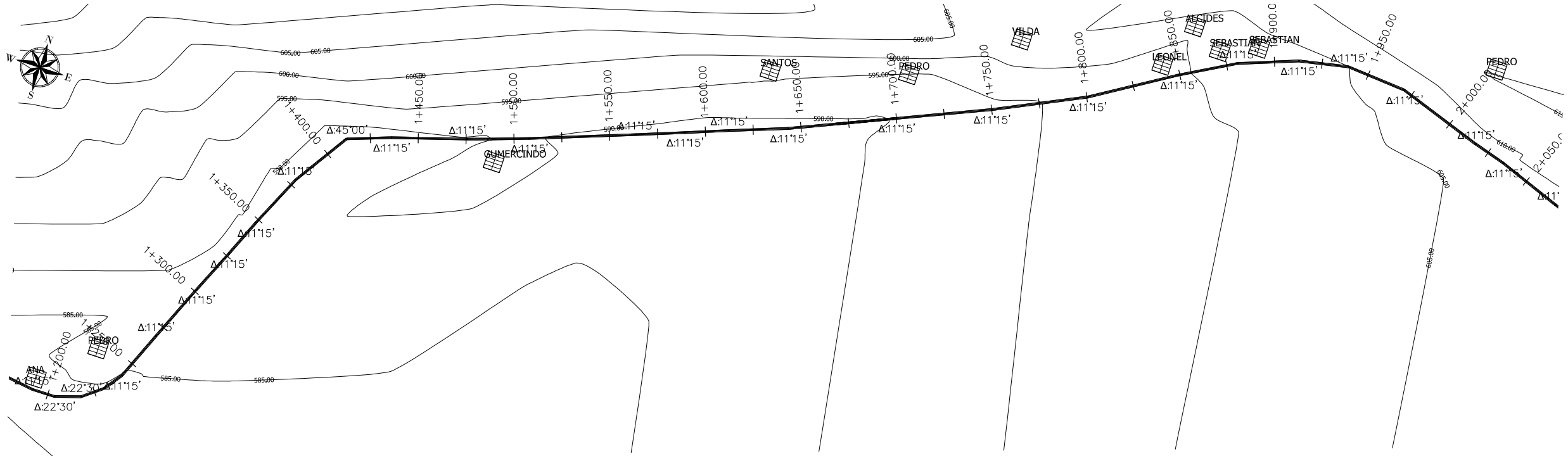


Ramal 3 (Nodo 2-Nodo 3) (1) Perfil

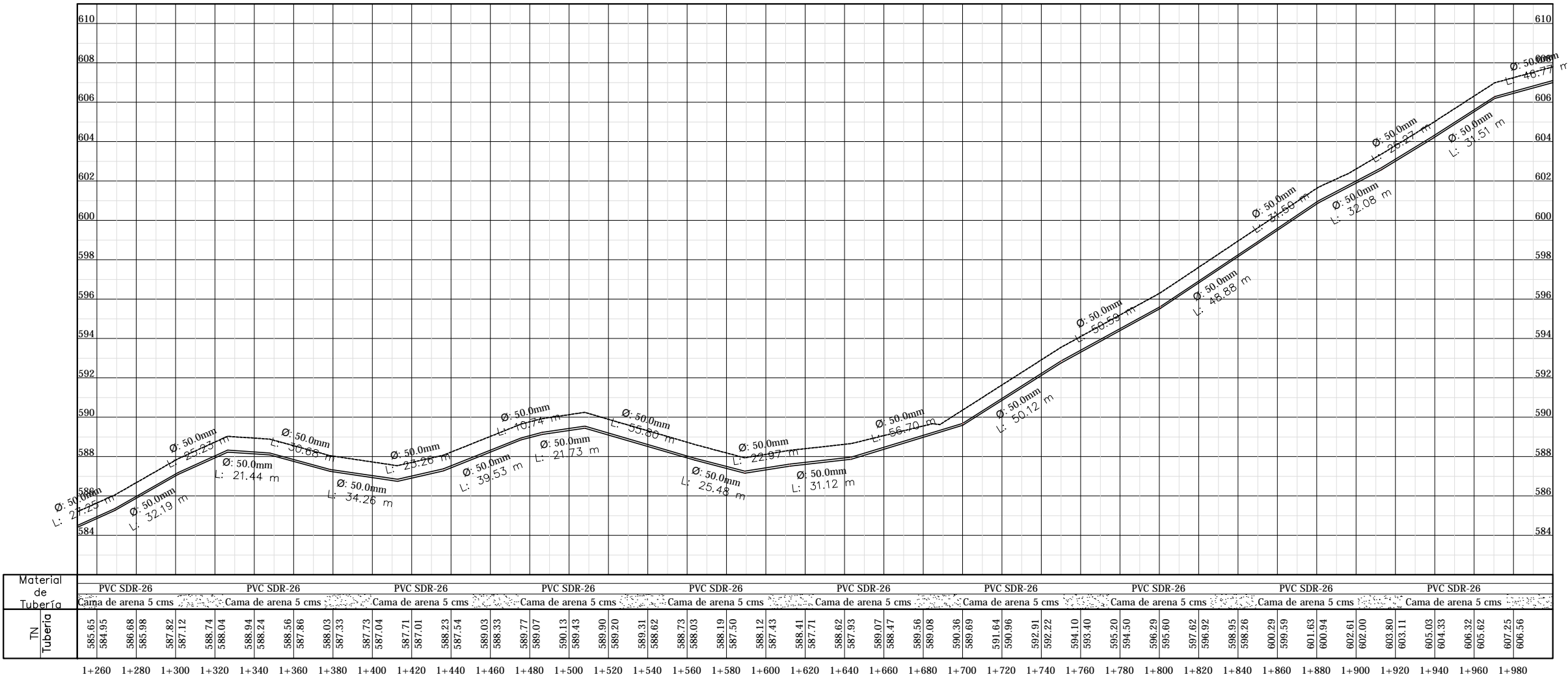
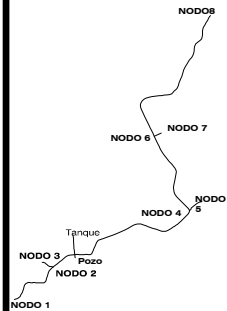


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 3 (Nodo 2-Nodo 3) (1) Perfil



Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Contenido:
Pp: Ramal 3 Est 1+250.00 - 2+000.00

Dibujo:
Eliam García

Chenier Martínez

Tutor:
Mario Castellón Z.

Revisó:
Mario Castellón Zelaya

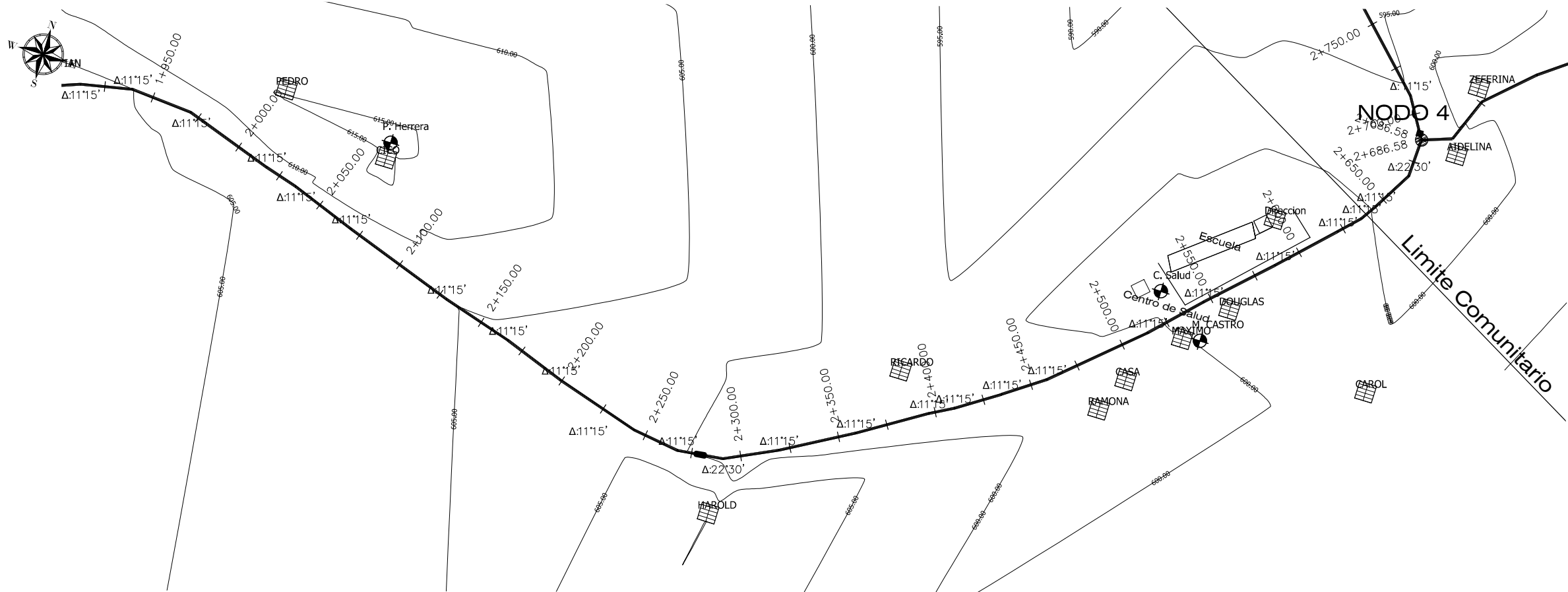
Fecha:
Noviembre/2016

Escala:
Indicada

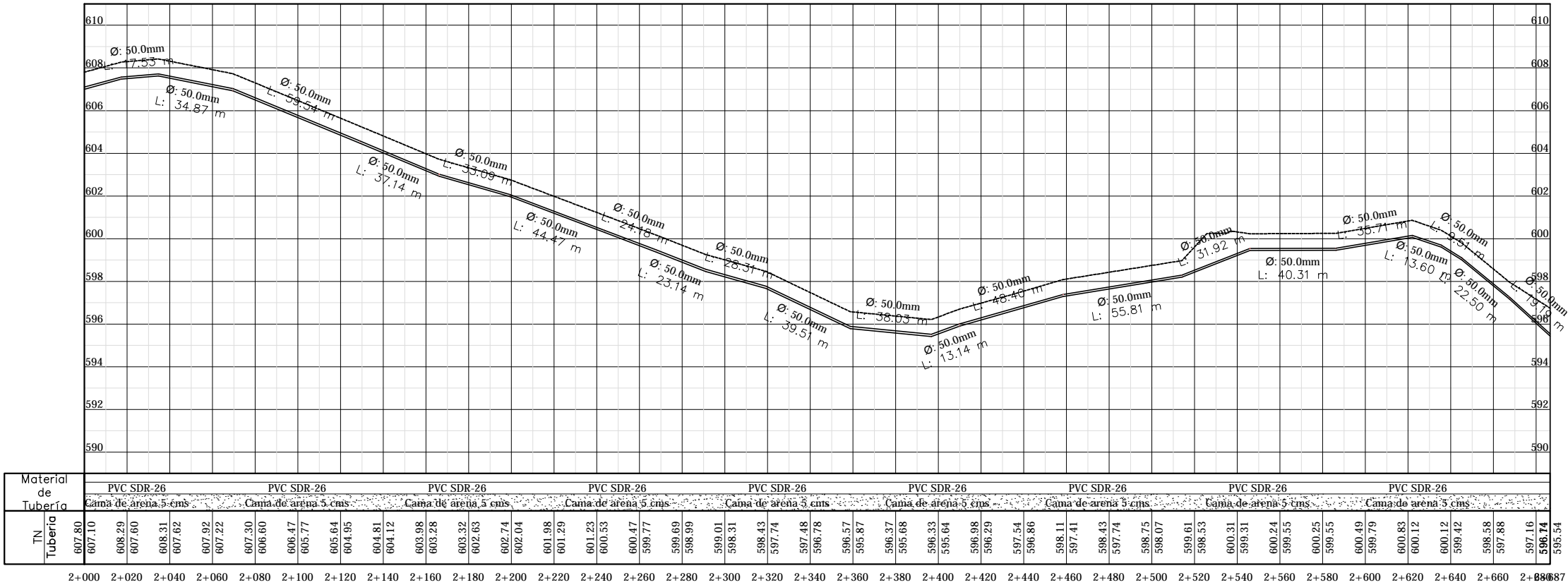


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 3 (Nodo 2-Nodo 3) (1) Perfil



Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Revisó:	Mario Castellón Zelaya
Fecha:	Noviembre/2016
Escala:	Indicada

Tutor:
Mario Castellón Z.

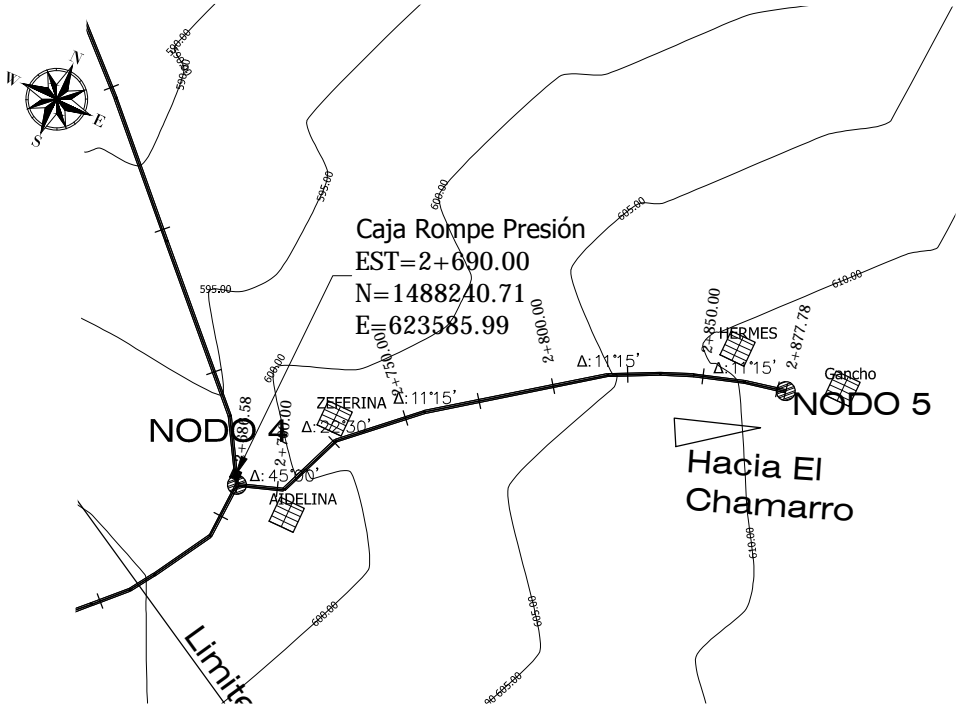
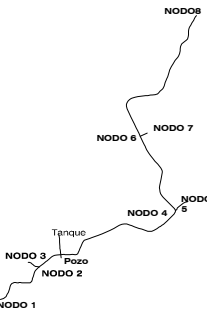
Dibujó:
Eliam García
Chenier Martínez

Contenido:
Pp: Ramal 3 Est 2+000.00 - 2+686.58

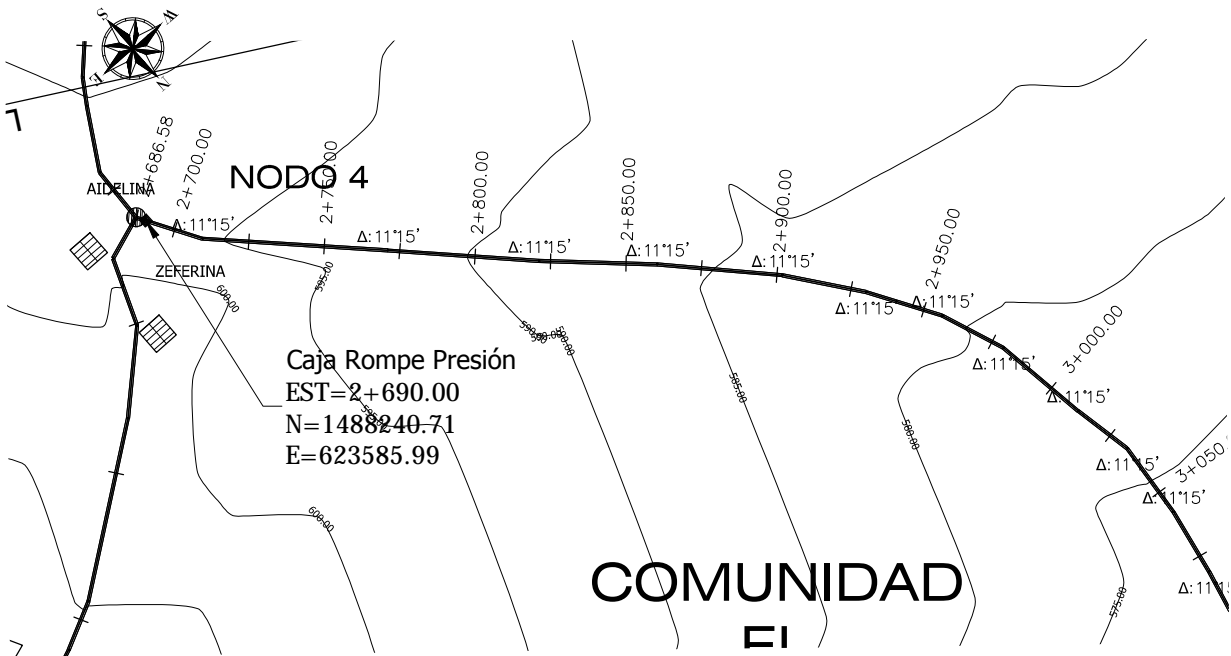
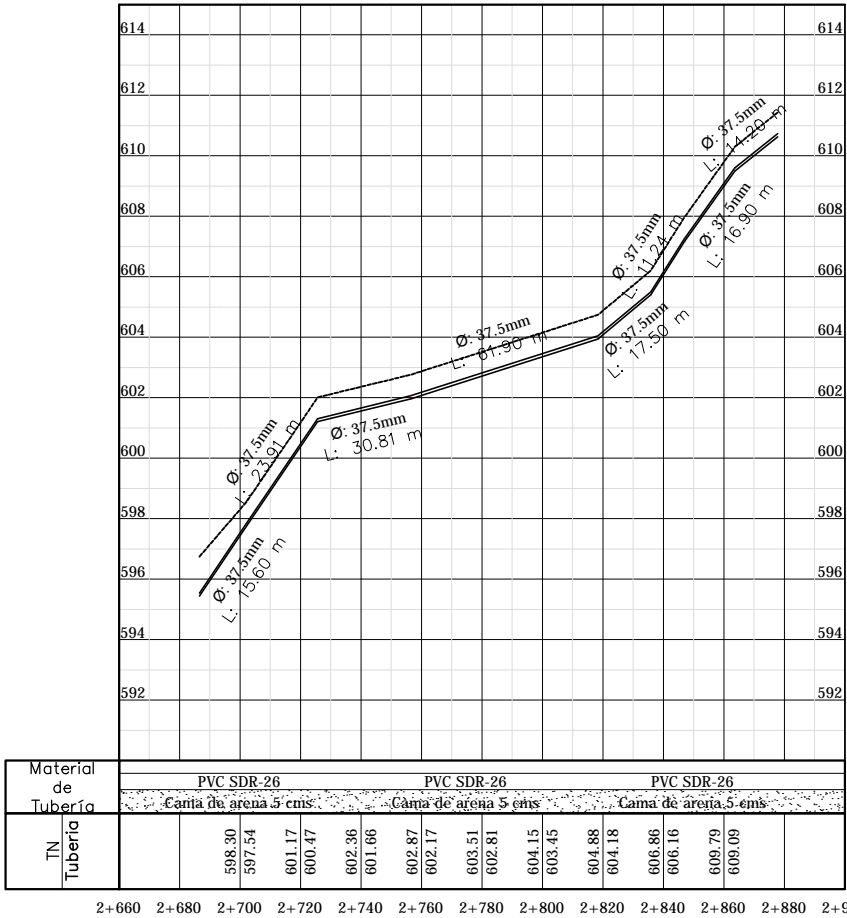


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

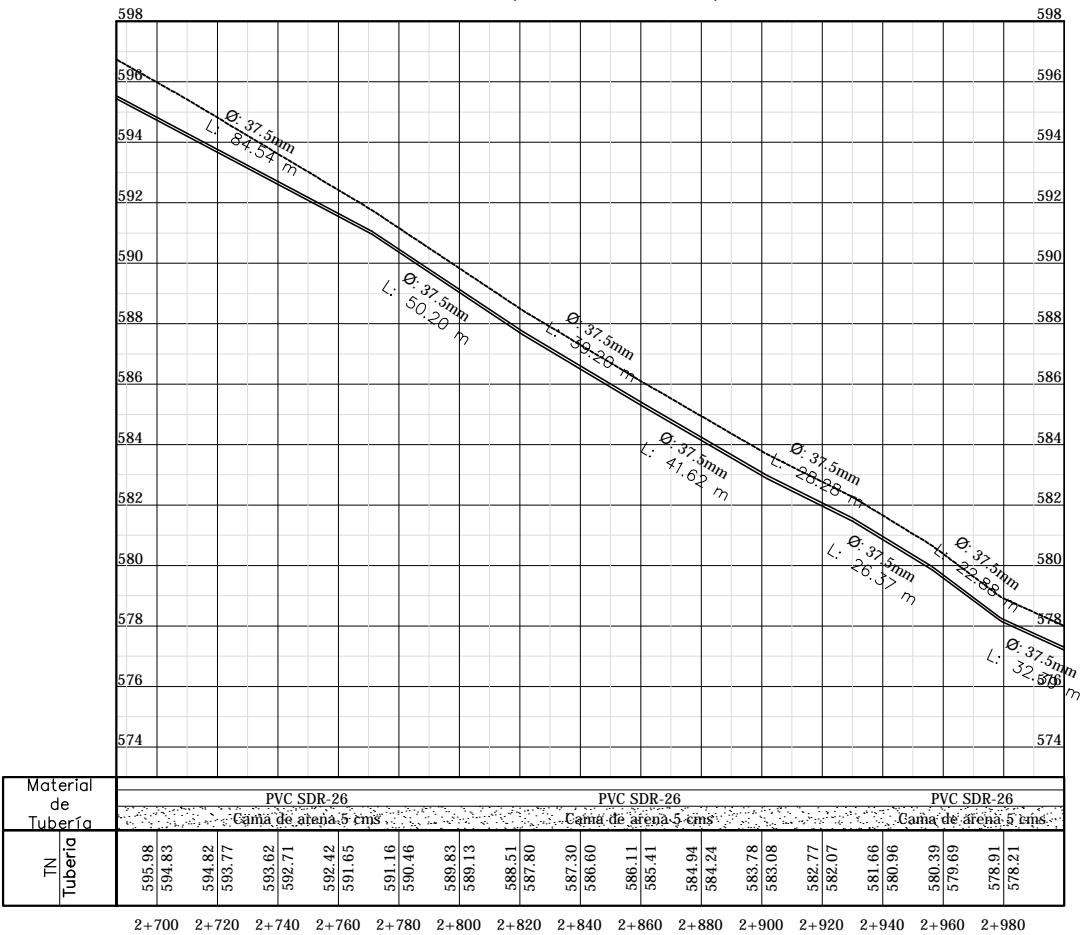
Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 4 (Nodo 4-Nodo5) Perfil



Ramal 5 (Nodo 4-Nodo6) Perfil



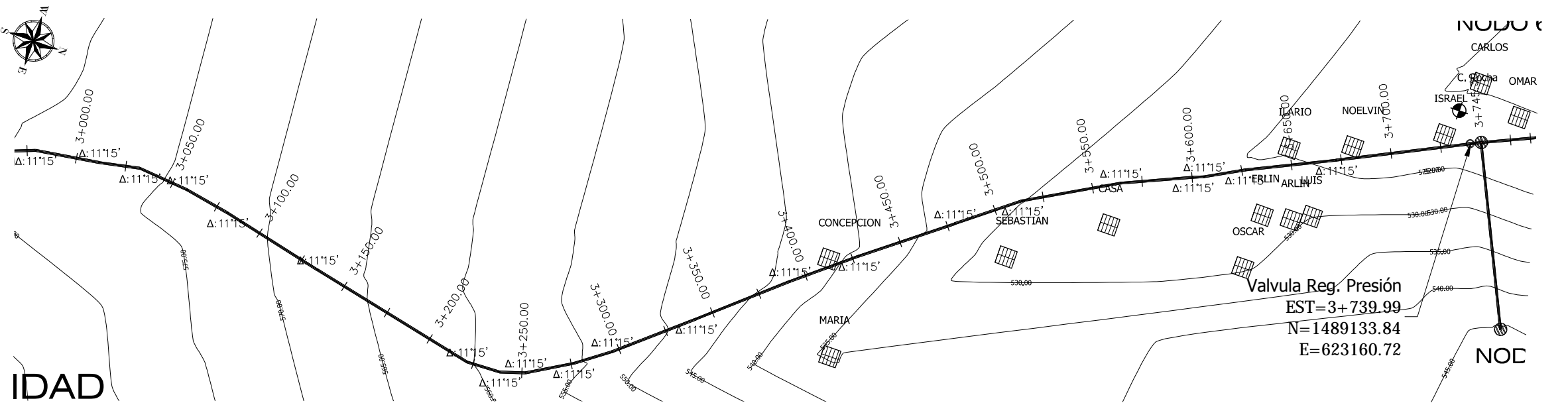
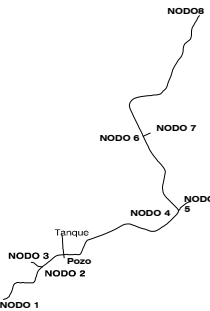
Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Contenido:	Revisó: Mario Castellón Zelaya	
	Fecha: Noviembre/2016	
Dibujó: Eilam García	Tutor: Mario Castellón Z.	
	Escala: Indicada	

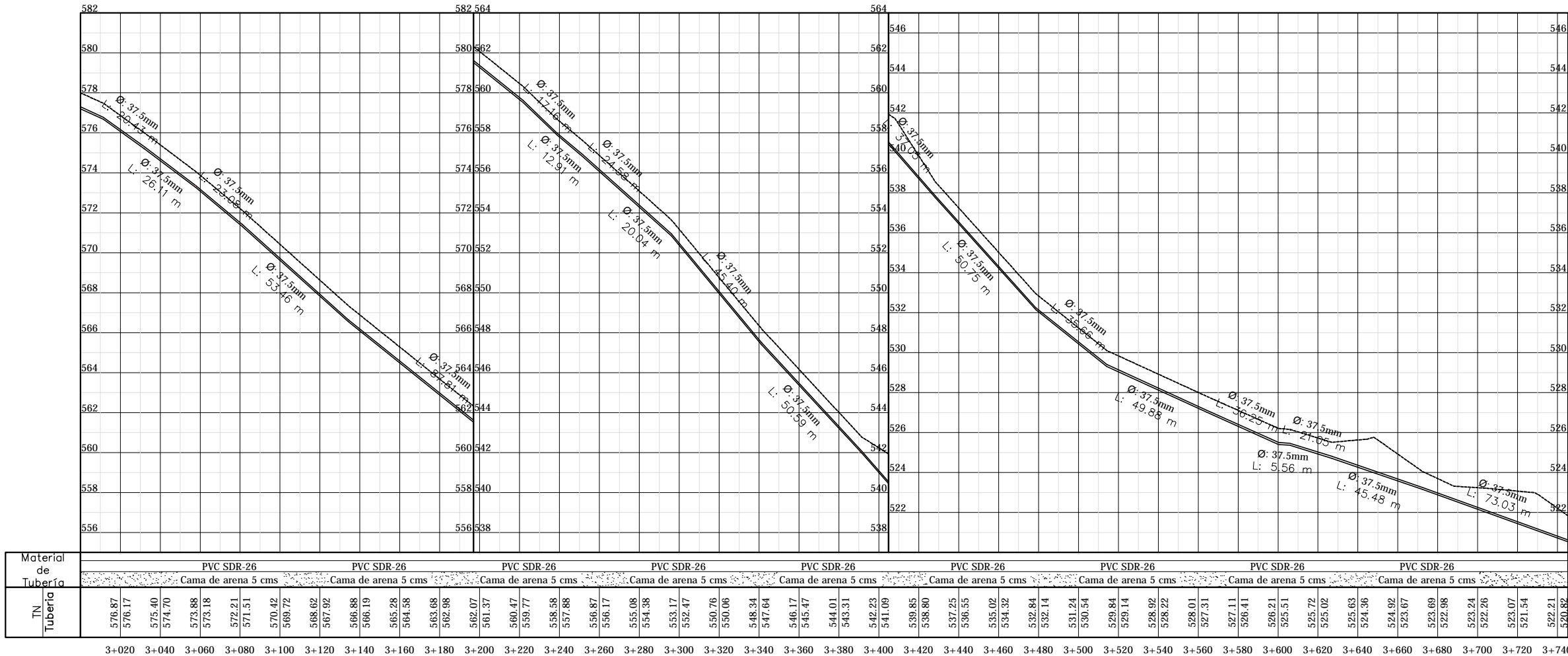


SIMBOLOGÍA	
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas
	Rompresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 5 (Nodo 4-Nodo6) Perfil



Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Revisó:	Mario Castellón Zelaya
Fecha:	Noviembre/2016
Escala:	Indicada

Tutor:
Mario Castellón Z.

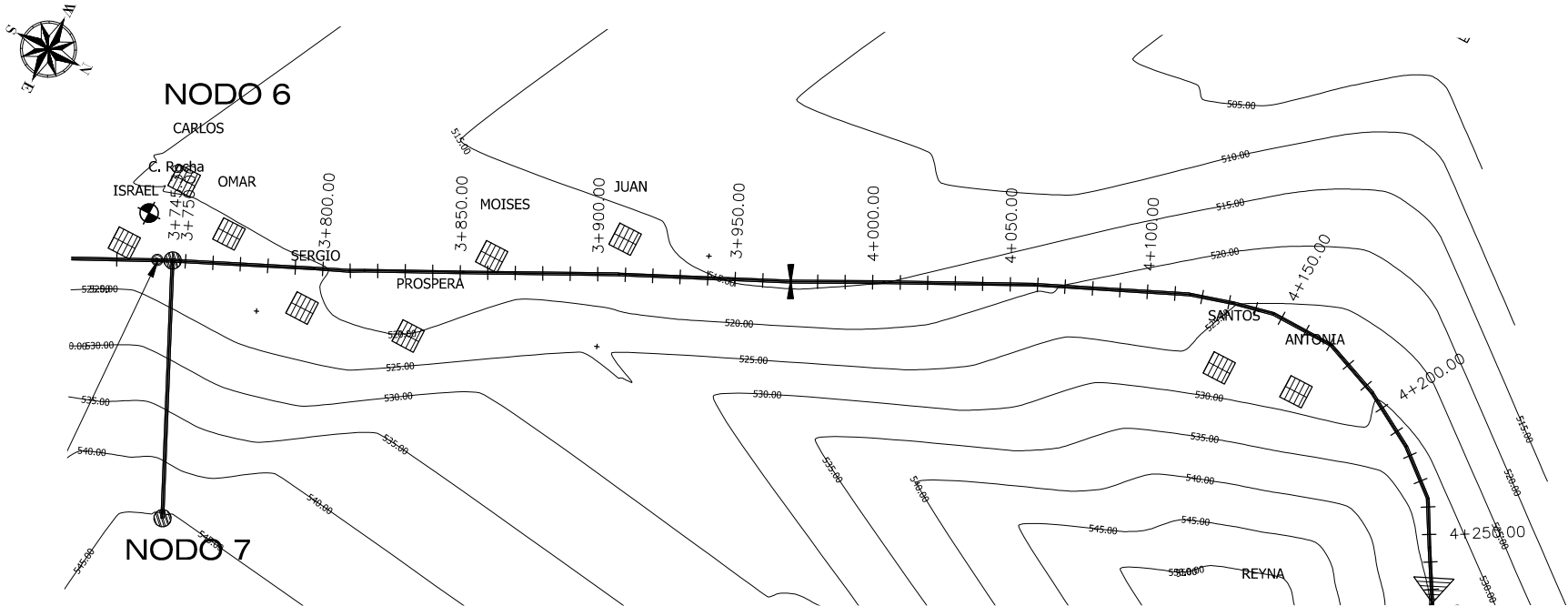
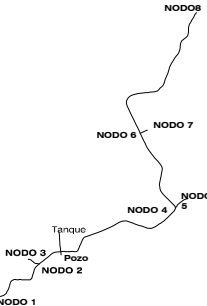
Dibujó:
Ellam Garcia
Chenier Martínez

Contenido:
Pp: Ramal 5 Est 3+000.00 - 3+745.30

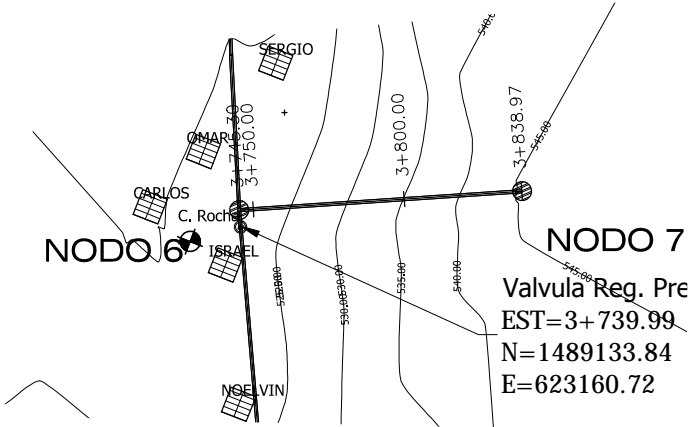
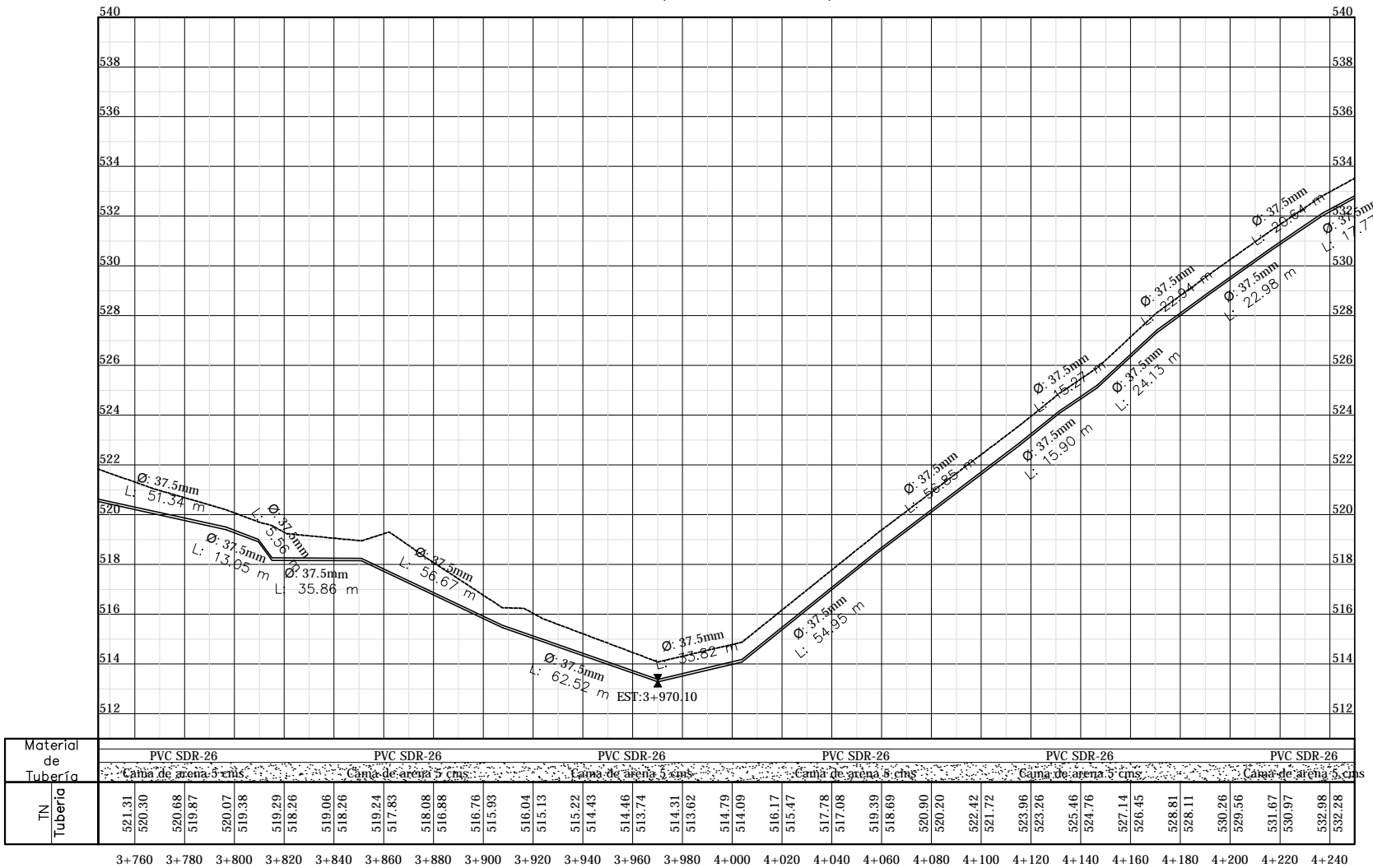


SIMBOLOGÍA	
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

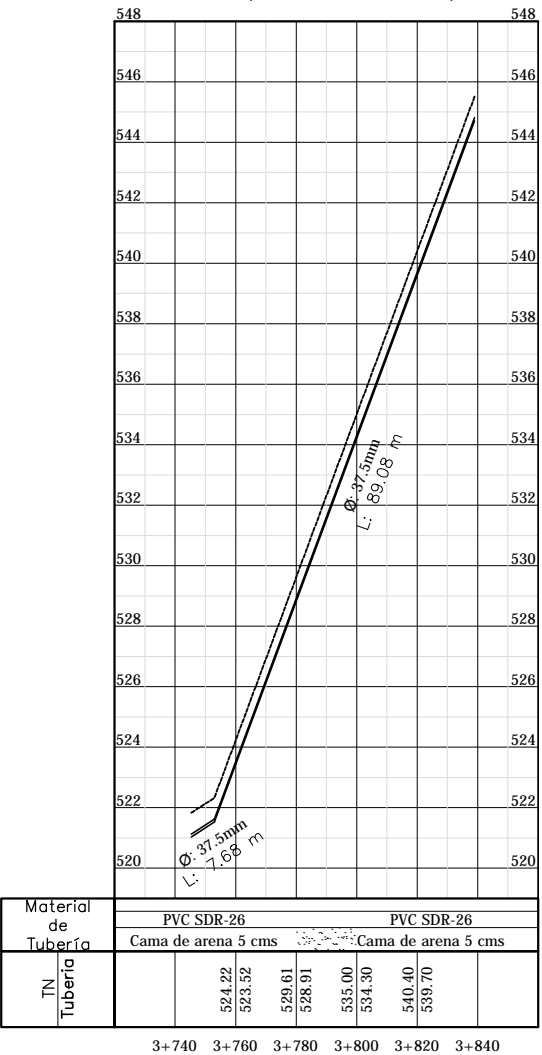
Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 7 (Nodo 6-Nodo8) Perfil



Ramal 6 (Nodo 6-Nodo7) Perfil



Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Contenido:
Pp: Ramal 7 Est 3+745.30 - 4+250.00
Pp: Ramal 6 Est 3+745.30 - 3+838.97

Dibujó:
Ellam García
Chenier Martínez

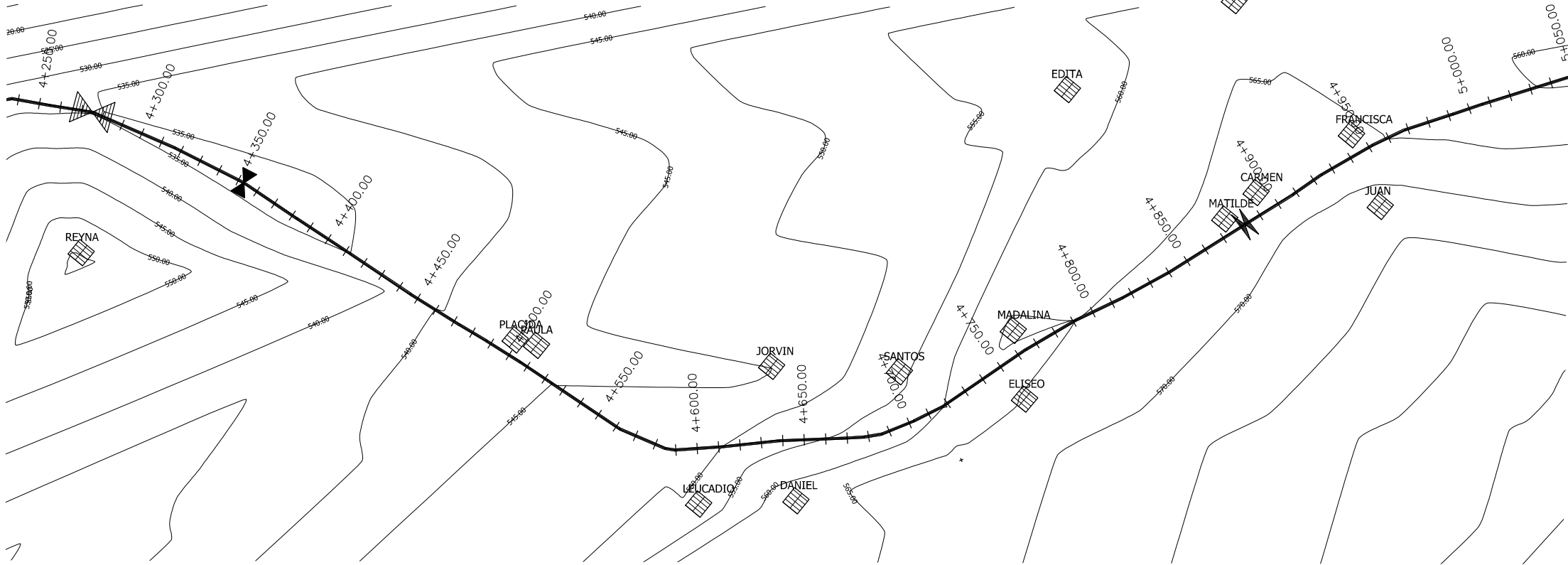
Tutor:
Mario Castellón Z.

Revisó: Mario Castellón Zelaya
Fecha: Noviembre/2016
Escala: Indicada

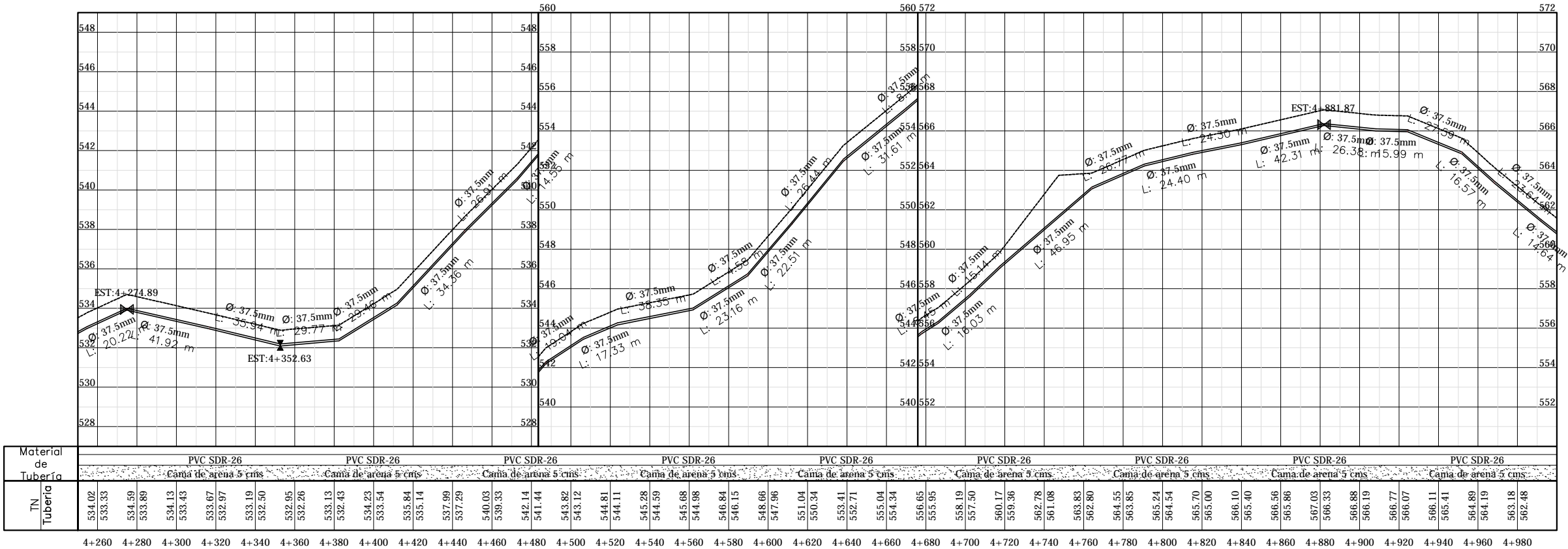


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas
	Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 7 (Nodo 6-Nodo8) Perfil



Revisó:	Mario Castellón Zelaya
Fecha:	Noviembre/2016
Escala:	Indicada

Tutor:	Mario Castellón Z.
--------	--------------------

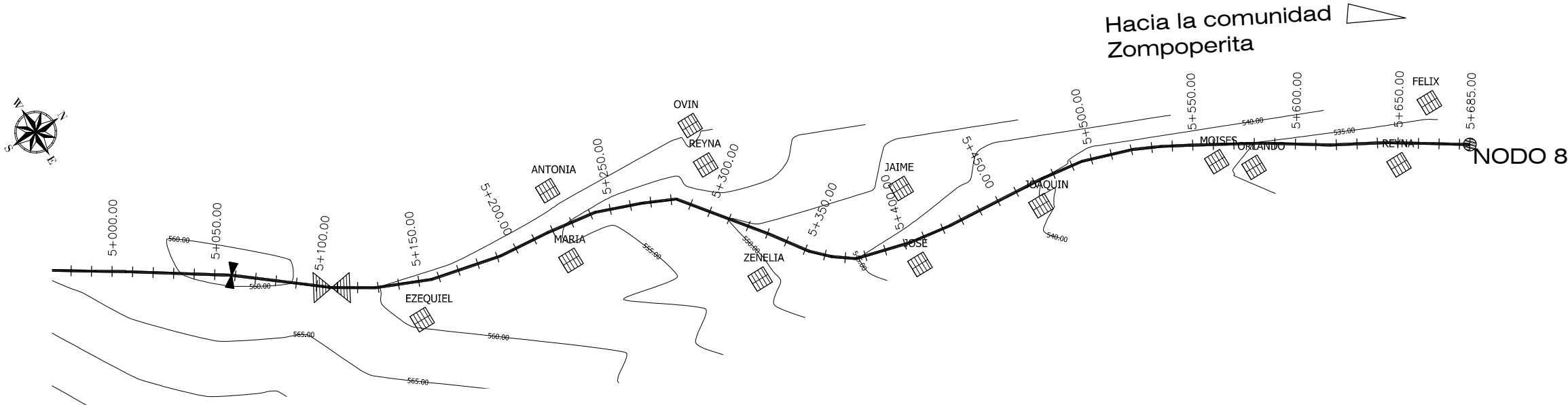
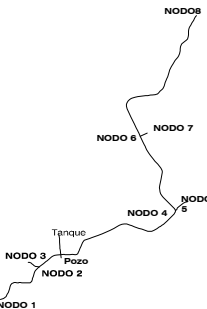
Dibujó:	Ellam García Chenier Martínez
---------	----------------------------------

Contenido:
Pp: Ramal 7 Est 4+250 - 5+000.00

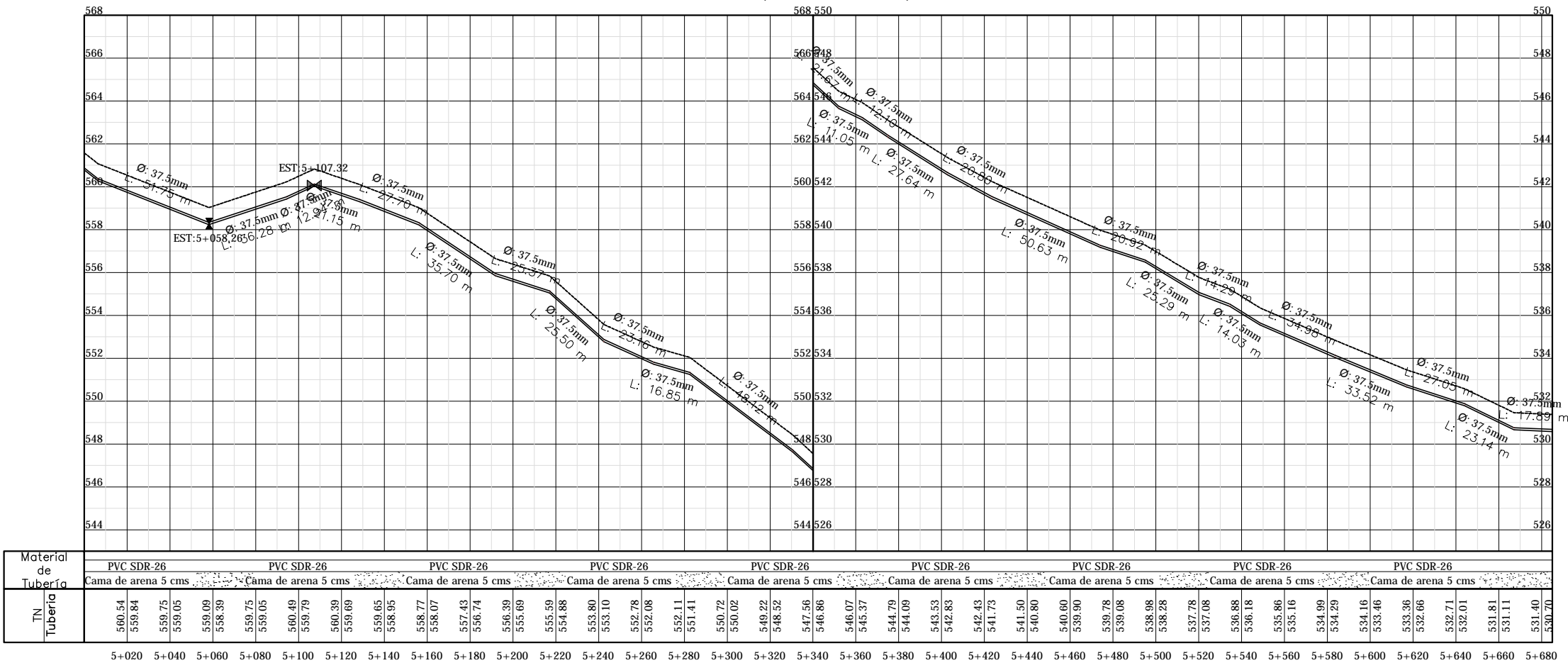


SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Válvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

Nomenclatura	
Ø	Diámetro de tubería
L	Longitud de tubería
Δ	Deflexión o cambio de rumbo
Est	Estación



Ramal 7 (Nodo 6-Nodo8) Perfil



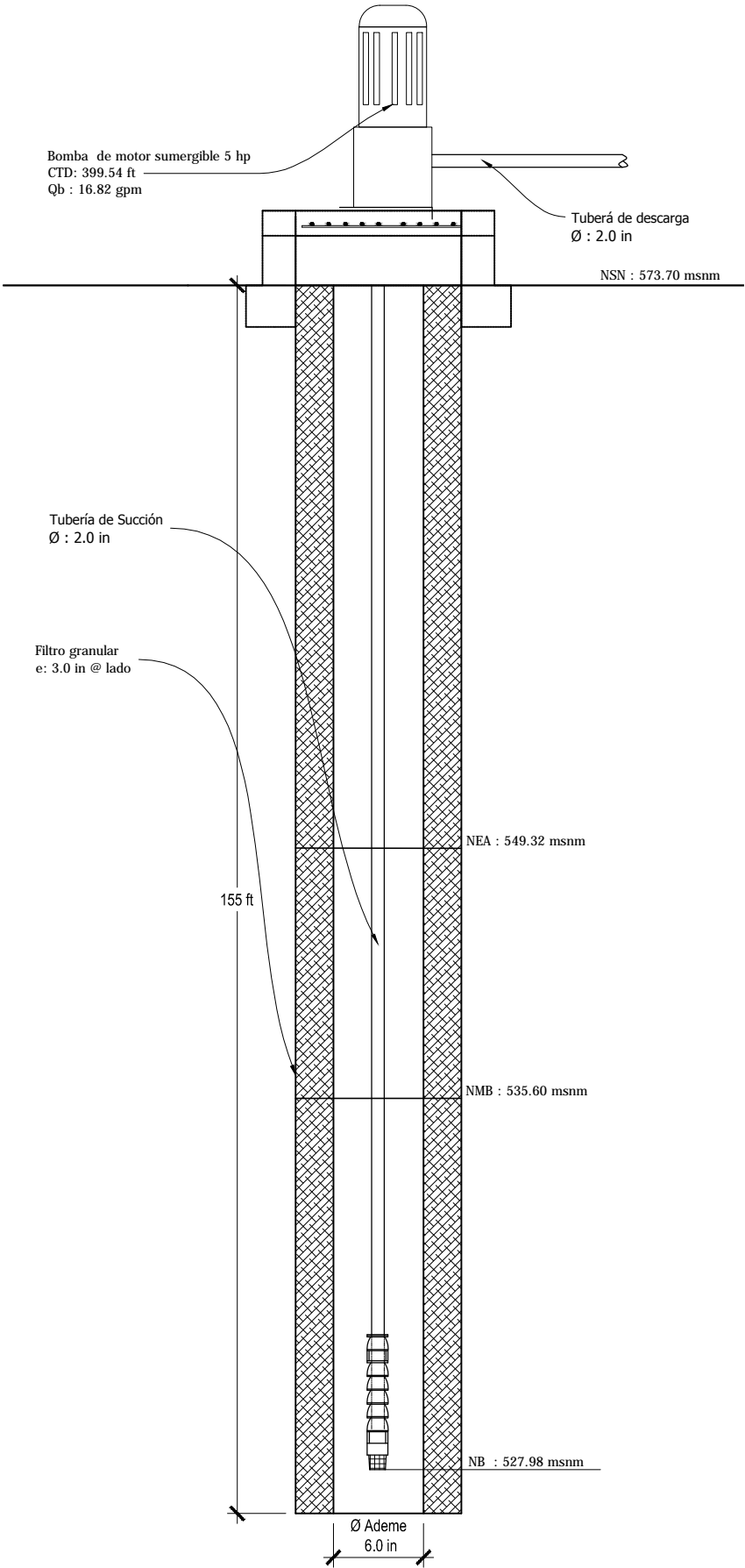
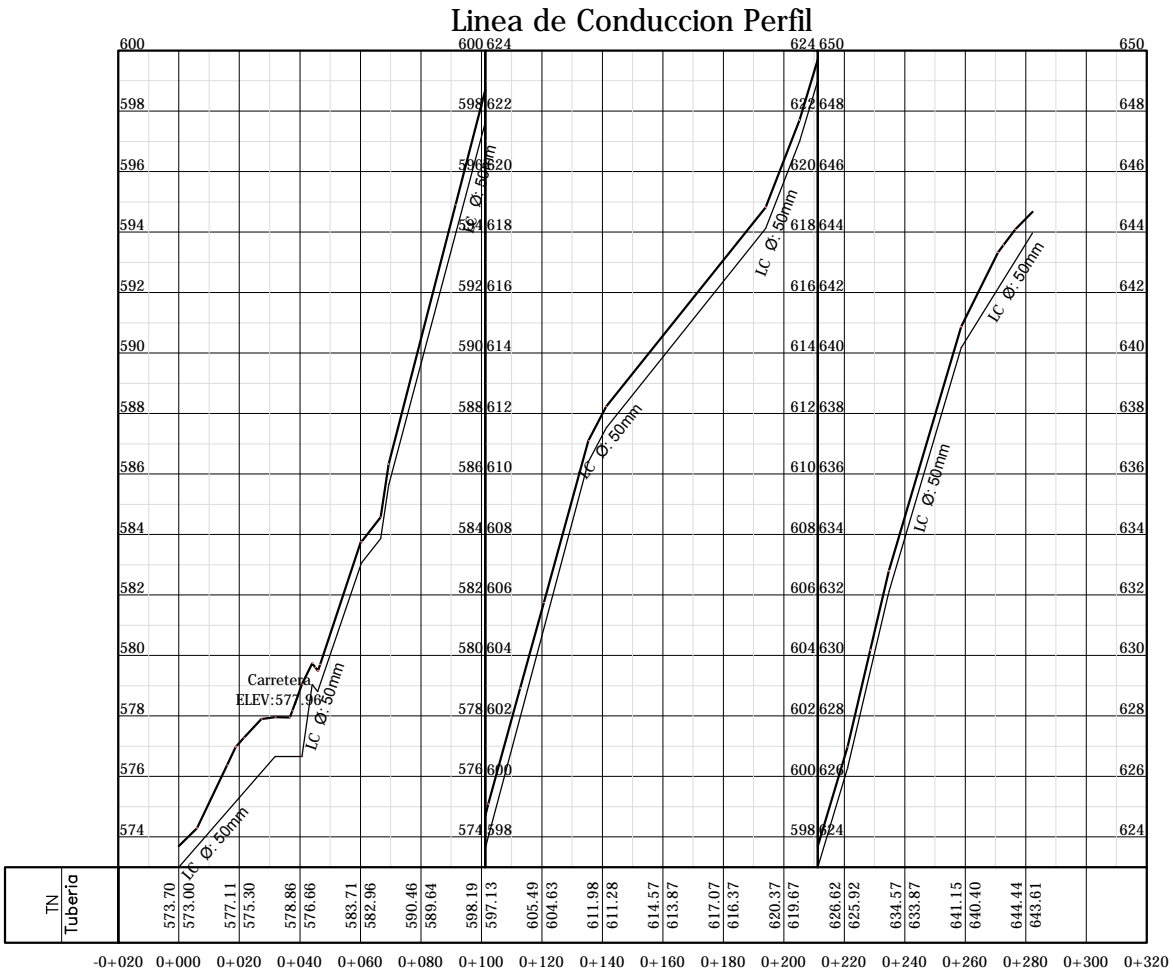
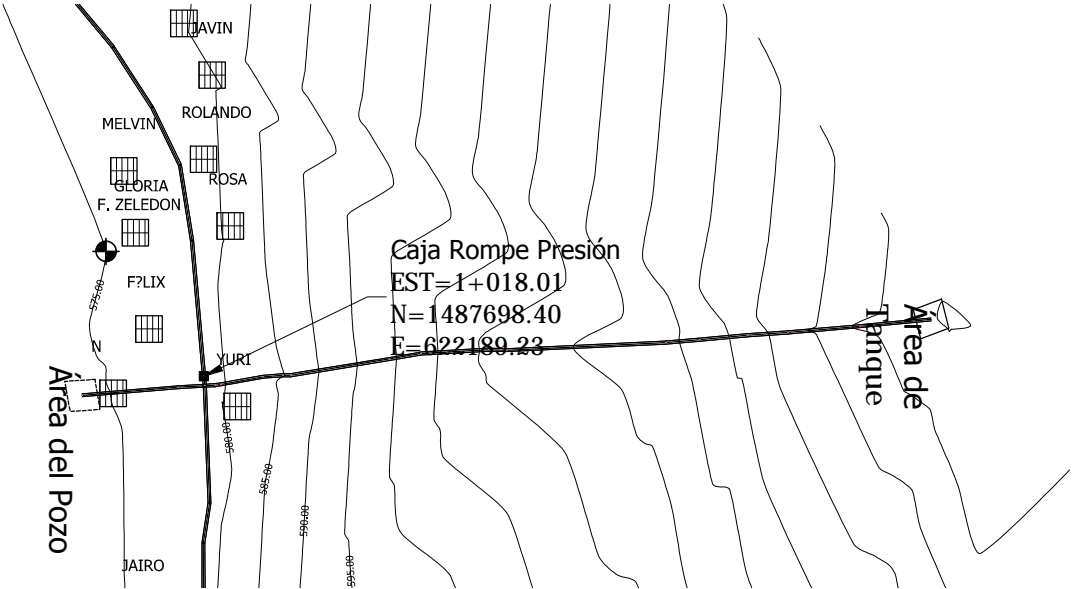
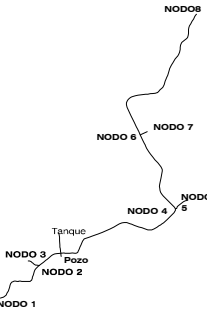
Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Contenido: Pp: Ramal 7 Est 5+000.00 - 5+685.00	Dibujó:	Tutor:	Revisó:	
	Eliam García			
	Chenier Martínez			
		Mario Castellón Z.	Mario Castellón Zelaya	
			Fecha:	Escala:
			Noviembre/2016	Indicada



SIMBOLOGÍA	
Gráfico	Descripción
	Casa
	Nodo
	Tubería
	Válvula de aire
	Valvula de limpieza
	Cajas Rompepresión
	Pozo Existente
	Válvula presión

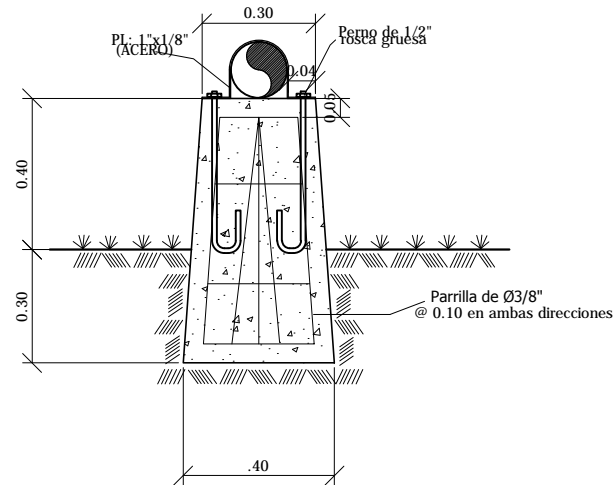
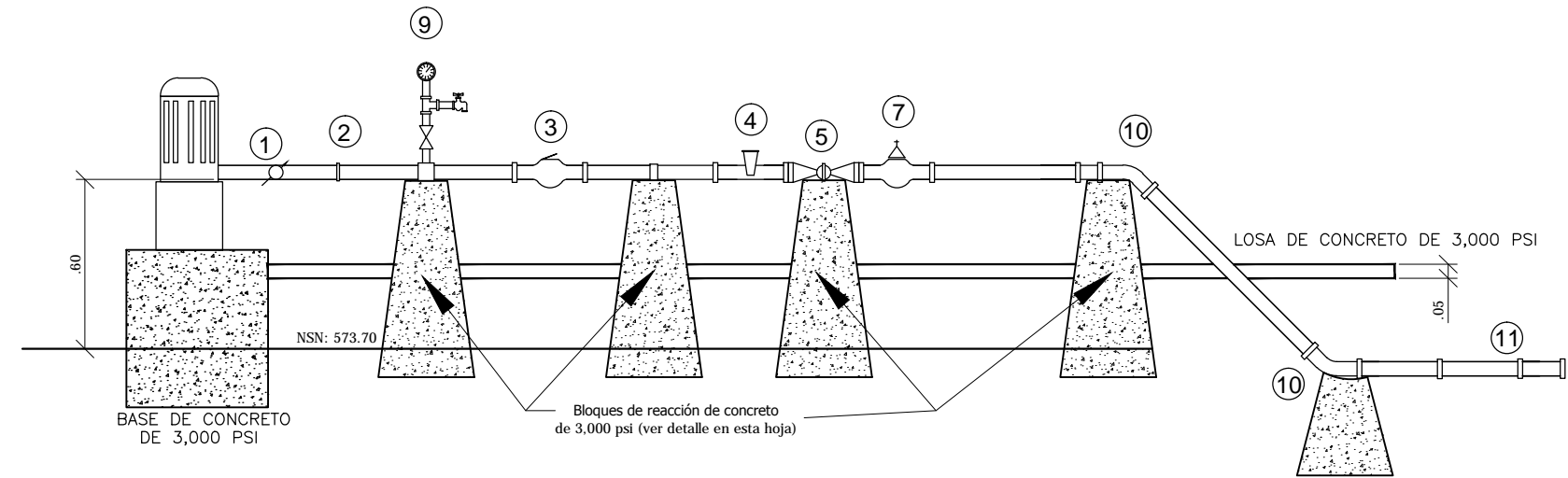
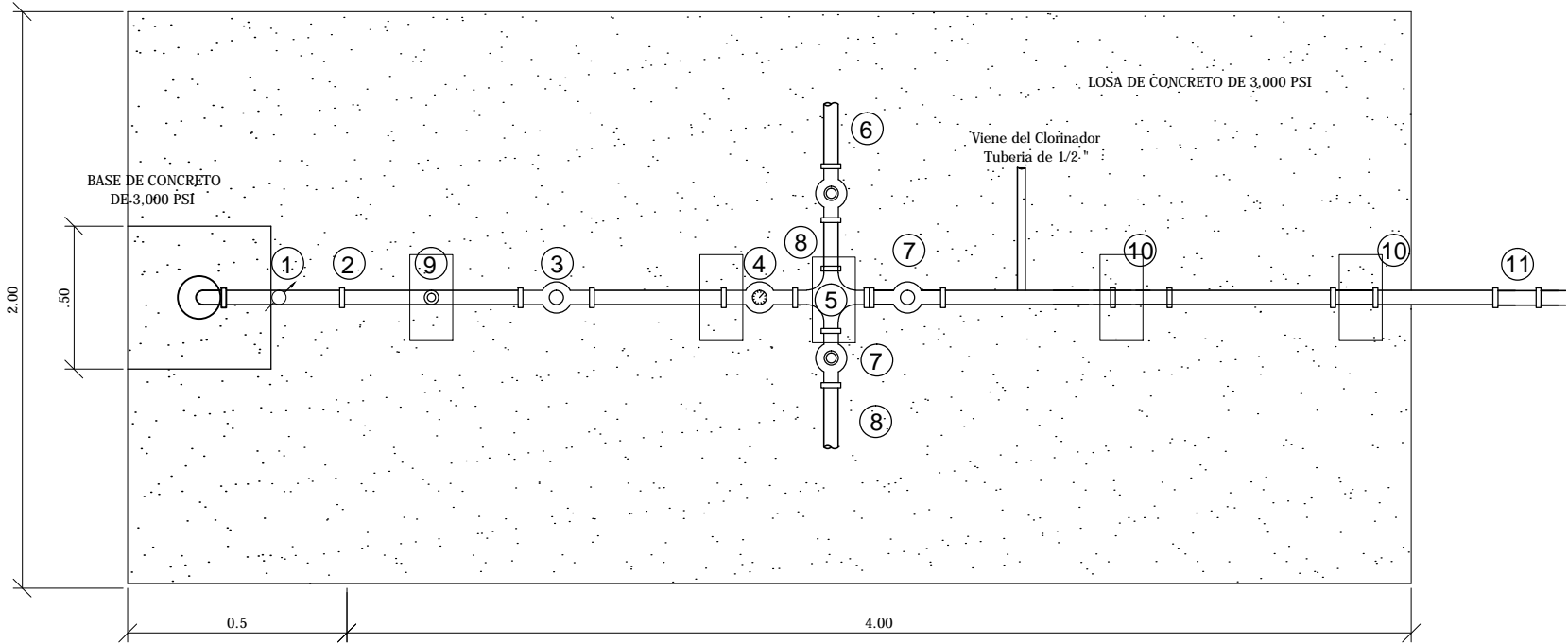
Nomenclatura	
NEA	Nivel estático de aguas
NMB	Nivel de bombeo
NSN	Nivel de suelo natural
NB	Nivel de la bomba
CTD	Carga total dinámica
Qb	Caudal de bombeo
Ø	Diámetro de tubería



Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Contenido: Linea de Conducción Detalle de Pozo	Dibujó: Eliam García Chenier Martínez	Tutor: Mario Castellón Z.	Revisó: Mario Castellón Zelaya	Escala: Noviembre/2016	Indicada
			Fecha:		



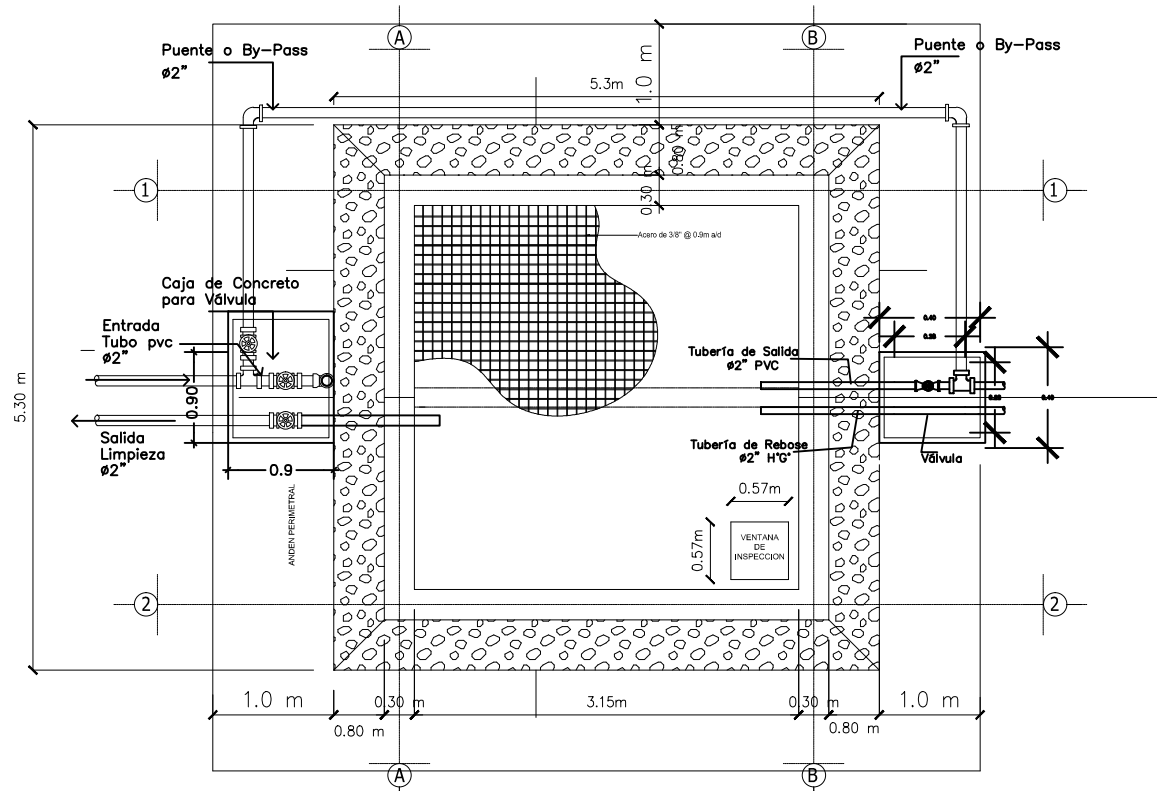


CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE BOMBEO Y MOTOR ELECTRICO:

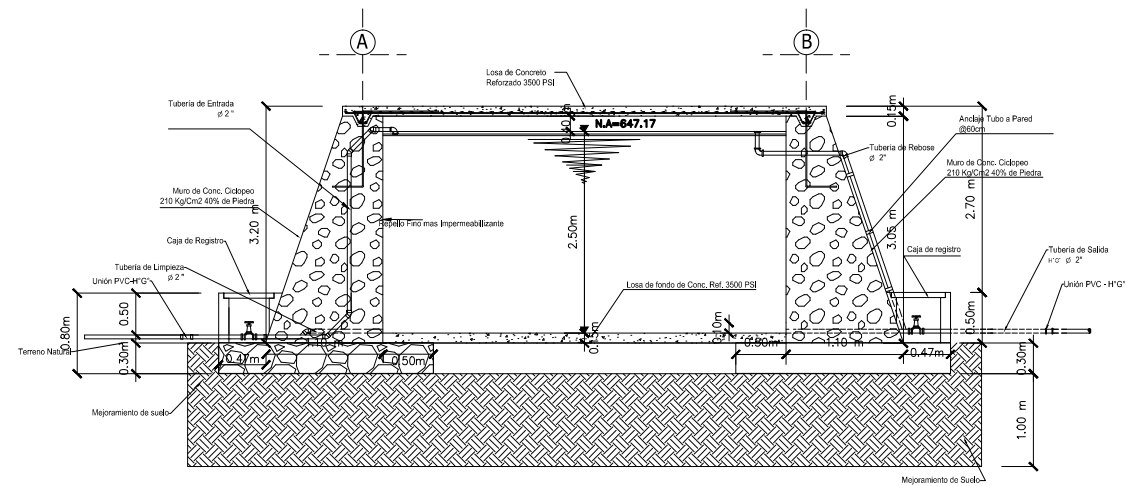
No.	CONCEPTO:	UNIDAD:	
A	EQUIPO DE BOMBEO		
1	Capacidad nominal	Gpm	35
2	Carga total Dinámica	ft	750
3	Diámetro de Perforación	in	Ø-12"
4	Diámetro de ademe del pozo	in	Ø-6"
5	Diámetro de Columna	in	Ø-2"
6	Diámetro de descarga	in	Ø-2"
7	Diámetro de sarta	in	Ø-2"
8	Potencia de Bomba	HP	10
	MOTOR		
9	Eléctrico Sumergible		Si
B	Eficiencia	%	58
11	Diámetro	in	Ø4"
12	Potencia requerida	HP	5

LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR EN SARTA

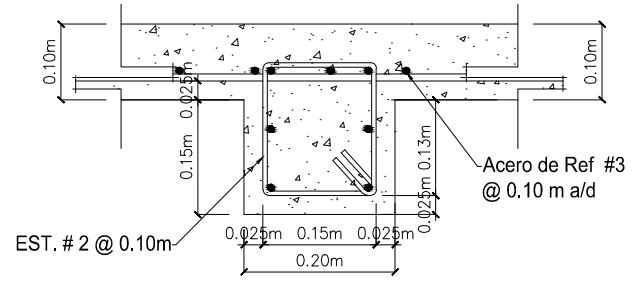
No.	Unidad	DESCRIPCION
1	1	VALVULA DE AIRE DE H.F. Ø2"
2	1	UNION DE H.F. 2"
3	1	MEDIDOR MAESTRO
4	1	VALVULA DE CHECK O RETENCIÓN H.F. 2"
5	1	CRUZ DE H°G° 2"
6	1	VALVULA DE ALIVIO DE BRONCE 2"
7	2	VALVULA DE PASE DE H.F. 2"
8	1	NIPLE DE H.F. 2" DUCTIL CON FLANGE EN UN EXTREMO.
9	1	MANOMETRO DE CARGA DE 400 PSI
10	2	CODOS DE 2" 45º H.F.
11	1	UNION DE TUBO PVC Y H.G.



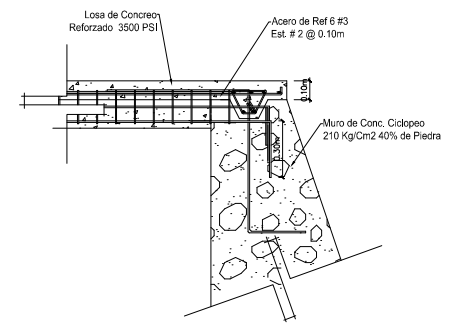
PLANTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO 24.83 M3



PERFIL ESTRUCTURAL A - A'

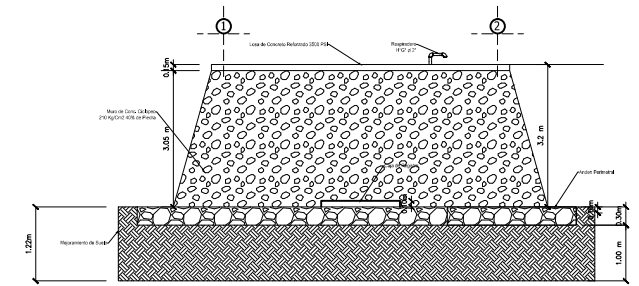
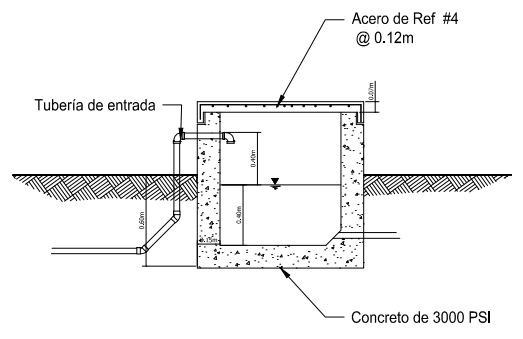


DETALLE DE VIGA

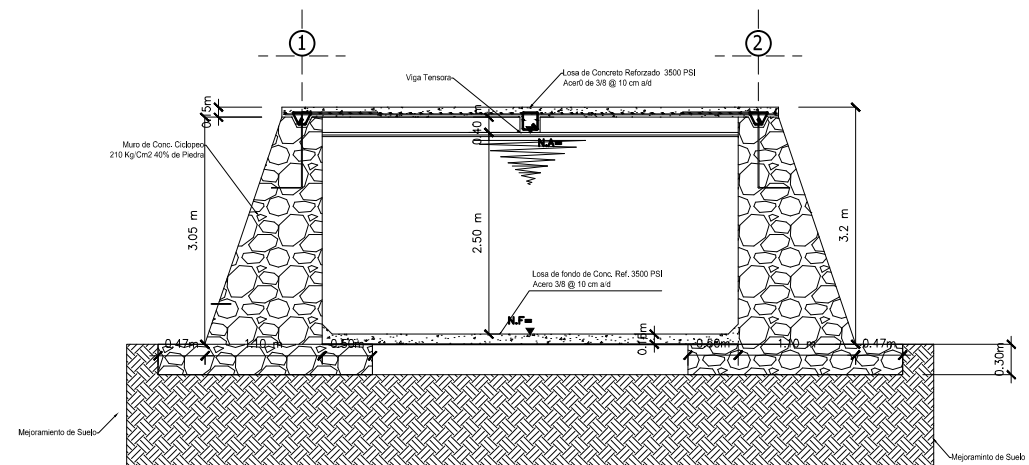


DETALLE DE ANCLAJE DE VIGA

Detalle de caja rompe presión



ELEVACION LATERAL B



PERFIL ESTRUCTURAL B - B'

Proyecto de Abastecimiento de agua potable en las comunidades Zompopera y Bojazo

Contenido:	Detalle de Tanque de Almacenamiento Detalle de caja rompe presión	Dibujó: Ellam García Chenier Martínez	Tutor: Mario Castellón Z.	Revisó: Mario Castellón Zelaya	
				Fecha: Noviembre/2016	Escala: Indicada

